This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

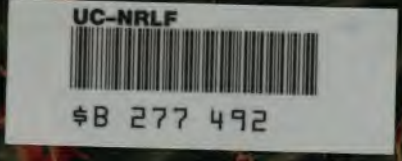
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

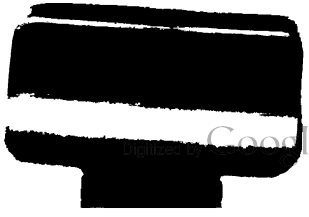
S
633
W4



YB 16447

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Class



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Untersuchungen über Zusammensetzung und Düngebedürfnis bestimmter typischer Bodenarten Thüringens und über die Wirksamkeit der im Geflügeldünger enthaltenen Pflanzennährstoffe auf diesen Böden.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Jena

vorgelegt von

Gustav Wendler
aus Nürnberg.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

München, 1904.
K. Hof- und Universitätsbuchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Digitized by Google

Genehmigt von der philosophischen Fakultät der Universität Jena auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Edler.

Jena, den 19. Mai 1903.

Prof. Dr. **Gutzmer**
d. Zt. Dekan.

Digitized by Google

Seiner teuren Mutter

in dankbarer Verehrung

gewidmet

vom Verfasser.

157944

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Einleitung.

Wenn ein Landgut rationell bewirtschaftet werden soll, so ist eine Aufklärung über die Beschaffenheit des Bodens von grösster Wichtigkeit und besonders die genaue Kenntnis seines Düngebedürfnisses unerlässlich.

Besonders im intensiven Betrieb, bei der modernen Hochkultur der Landwirtschaft, kann man durch eine nicht genügende Aufklärung über die für die Pflanzen verfügbaren Nährstoffmengen und durch die Anwendung verkehrter Düngemittel oder unnötiger Mengen derselben sehr schnell beträchtliches Kapital, oft für immer, in die Erde vergraben — ebenso kann leicht umgekehrt durch Sparsamkeit an unrichtiger Stelle die Rentabilität der Düngung in Frage gestellt werden.

Nicht alle durch die Ernte entzogenen Nährstoffe muss der Landwirt dem Boden zurückerstatten, wie der bekannte Satz Liebigs besagte, sondern nach unseren jetzigen Anschauungen ist der Boden für eine Kulturpflanze mehr oder weniger düngebedürftig, je nachdem ihm die zur Erzeugung einer Maximalernte dieser Pflanze nötigen aufnehmbaren Nährstoffe in höherem oder geringerem Grade fehlen. Um nun diesen Zustand richtig zu erkennen, hat man hauptsächlich vier Wege eingeschlagen; es möge hier zur Einführung in die nachfolgende Arbeit ein Bild derselben in grossen Umrissen entworfen werden.

A. Analytische Methoden.

Man unterscheidet hier zwischen Untersuchungen des Bodens und solchen der auf ihm gewachsenen Pflanzen; beide haben ihr bestimmtes Ziel und ihre besondere Bedeutung.

Digitized by Google

I. Analyse des Bodens.[1])

Als man begann, die Landwirtschaft wissenschaftlich zu treiben, rief man hauptsächlich die Chemie zur Hilfe. Nachdem Liebig die Bedeutung der mineralischen Nährstoffe für das Pflanzenleben dargetan hatte, sah man in der chemischen Analyse des Bodens ein einfaches Mittel, um den Grad seiner Fruchtbarkeit festzustellen. Die gefundenen Zahlen aber stimmten oft nicht recht mit den Tatsachen überein, aus Gründen, die später erörtert werden sollen. Bald wandte man sich daher von diesem Wege ab und viele warfen die Flinte ins Korn, indem sie der chemischen Analyse fast jede Bedeutung absprachen.

So blieb es lange Zeit, trotzdem mehrere Forscher wie Wolf, Knop u. a. eifrig an der Ausbildung der Untersuchungsmethoden gearbeitet hatten, bis man sich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wieder etwas mehr mit den Fragen der Bodenanalyse beschäftigte. Allgemeiner wandte man sich der Bodenuntersuchung wieder zu, als Hellriegel 1884 die Bodenflüssigkeit zu analysieren empfahl und Thoms durch seine verdienstvollen Untersuchungen die Aufmerksamkeit der Agrikulturchemiker für diesen Gegenstand gewann.

In der neuesten Zeit beschäftigten sich wieder einige Forscher mit der weiteren Ausbildung dieser Methode, so z. B. Genay, Risler, Colomb, Joulie und Märcker. Welche Anschauung über den Zweck der chemischen Analyse des Bodens jetzt am Platze ist, wird aus dem folgenden hervorgehen.

Wenn man eine relativ kleine Menge des Bodens auf seinen Gehalt an wichtigen Pflanzennährstoffen untersuchen will, so muss man sich, um nur wägbare Mengen davon zu

---

[1]) Zu diesen Ausführungen s. Literatur bei:
A. Mayer, Bodenkunde. Heidelberg, 1901. VI. Vorlesung.
E. Ramann, Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. Berlin, 1893. S. 204—206.
A. Mayer, Resultate der Agrikulturchemie. Heidelberg 1903. 27. Kap.

Digitized by Google

erhalten, konzentrierter Lösungsmittel bedienen. Aber die dann bei der Analyse gefundenen Zahlen geben kein Bild von dem im Boden vorhandenen, assimilierbaren Nährstoffvorrat, weil eben die Lösung durch das zur Extraktion angewendete Agens nicht den Verhältnissen in der Natur entspricht. Auf den richtigen Weg wird man nach A. Mayers Ansicht vielleicht gelangt sein, wenn eine Reform der Bodenanalyse in der Weise durchgeführt sein wird, dass man relativ grosse Mengen Ackererde mit entsprechend schwachen Lösungsmitteln behandelt.

Man wendet jetzt die Bodenanalyse mit Erweiterungen an, insofern, als der chemischen noch die mechanische und mineralogische Unsersuchung zur Hilfe kommen. So wird beispielsweise der hohe oder niedrige Gehalt an Orthoklas und Apatit im Zusammenhalt mit der ermittelten Menge Tones Schlüsse zulassen, oder wenn durch die chemische Untersuchung ein hoher Gehalt an Kali gefunden wurde, so wird z. B. das Vorhandensein als Orthoklas für eine leichte, das als Muscovit (Kaliglimmer) dagegen für eine schwere Aufnehmbarkeit durch die Pflanzen sprechen.

Mit solchen Erweiterungen angewendet, kann uns die Analyse des Bodens nach zwei Richtungen hin aufklären. Zunächst über seinen Gesamtgehalt an Nährstoffen, d. h. über die gesamte, während längerer Zeiträume für die Pflanzen verfügbar werdenden Mengen, ohne aber etwas über die in einer oder wenigen Vegetationsperioden disponiblen Nährstoffe aussagen zu können. (Ungleich brauchbarer wären solche Resultate ja bei Umtriebszeiten von hundert und mehr Jahren und bei langsam wachsenden Pflanzen, wie das im Forstbetrieb oder bei vieljähriger Kultur mancher Tropengewächse der Fall ist.)

Ferner kann uns die Analyse über das Düngebedürfnis eines Bodens dann mit ziemlicher Sicherheit Aufschluss geben, wenn sein Gehalt an Nährstoffen entweder sehr hoch oder sehr niedrig gefunden wurde. Im ersteren Falle werden zumeist in kürzeren Zeiträumen genügende Mengen von Nährstoffen disponibel werden können, im andern Falle, z. B. bei

Digitized by Google

armen Moor- und Sandböden, wird der Boden zweifellos düngebedürftig sein.

Nun liegt aber die Mehrzahl der beim landwirtschaftlichen Betriebe in Frage kommenden Böden in der Mitte zwischen den beiden erwähnten Extremen und für unsere schnell wachsenden Kulturpflanzen ist zunächst nur die in einer Vegetationsperiode assimilierbare Menge an Nährstoffen ausschlaggebend. Die Bodenanalyse hat somit nur einen relativen Wert; sie gibt wohl gewisse Anhaltspunkte, genügt aber an sich allein nicht zur genauen Aufklärung über die Frage nach dem Düngebedürfnis des Bodens.

II. Analyse der Pflanzen.

Da sich die Untersuchung des Bodens als unzureichend erwies, ging man zu einer anderen Methode über, die auch schon von Liebig angewendet worden war, um den relativen Gehalt des Bodens an assimilierbaren Nährstoffen zu erforschen, nämlich zur Untersuchung der auf demselben gewachsenen Pflanzen. Aus früheren Untersuchungen hatte sich schon die Abhängigkeit des Mineralstoffgehaltes der Pflanzen von dem des Bodens herausgestellt; es waren jene reicher oder ärmer an Aschenbestandteilen, je nachdem das Medium, worin sie gewachsen waren, mehr oder weniger davon enthielt. Doch zeigte sich für eine und dieselbe Pflanzenart, dass nie weniger als ein bestimmtes Aschenminimum aufgenommen wurde.

Hellriegel schloss auf Grund eigener Versuche, dass, wenn in einem bestimmten Fall die Aschenmenge der erwähnten unteren Grenze nahe lag, das relative Verhältnis der im Boden vorhandenen aufnehmbaren Nährstoffe annähernd dasselbe sein müsse wie dasjenige, nach dem ihre Aufnahme durch die Pflanzen erfolgte, und aus dem Ertrag müsse sich sogar ein Rückschluss auf die absolute Menge der assimilierbaren Nährstoffe des Bodens ziehen lassen. Da die Wachstumsbedingungen, unter denen sich die Kulturpflanzen entwickeln, meist günstige sind, so wird der Gehalt an Aschenbestandteilen in der Regel

Digitized by Google

grösser sein als das erwähnte Minimum. Die Höhe des Ertrages wird dann anzeigen, ob überhaupt Nährstoffe, und die Aschenanalyse, welche Nährstoffe im Überfluss vorhanden sind. Bei den Schlüssen, die man daraus zieht, müssen aber neben der Menge der Mineralstoffe auch der Stickstoffgehalt und die Jahreswitterung berücksichtigt werden.

Man muss somit nach Hellriegel erst einmal durch Kulturversuche die Menge der Nährstoffe, die zur Produktion einer Maximalernte unerlässlich sind, sowie das relative Verhältnis der Nährstoffe zueinander ermitteln. Mit Hilfe dieser Grundlage wird man dann imstande sein, aus den Ergebnissen einer Pflanzenanalyse ein etwaiges Düngebedürfnis des Bodens festzustellen.

Diesen Ansichten stimmte Heinrich-Rostock im wesentlichen bei; nur glaubte dieser Forscher, dass die Analyse der Pflanze keinen Rückschluss auf den absoluten Gehalt an assimilierbaren Nährstoffen, dagegen wohl eine Beurteilung des relativen Gehaltes des Bodens erlaubt.

Heinrich suchte dann selbst eine Methode der Pflanzenanalyse zum Zwecke der Bodenbeurteilung auszubilden. Er wies darauf hin, dass es nicht richtig ist, die gesamte Pflanzenmasse zu analysieren, da einzelne Organe, und namentlich die oberirdischen, in ihrem Gehalt an Mineralstoffen sehr wechseln und zwar infolge ihrer Abhängigkeit von äusseren, zufälligen Einflüssen. (Wärme, Licht, Feuchtigkeit.) Nach ihm ist es richtiger, die Wurzeln zu analysieren, da diese von allen Organen, am wenigsten von solchen äusseren Momenten beeinflusst werden und sich ein Reichtum oder Mangel des Bodens an aufnehmbaren Nährstoffen in ihrem Gehalt daran am schärfsten ausprägen wird.

Aus der Analyse der reifen Wurzeln einjähriger Pflanzen zog er dann folgende Schlüsse auf das Düngebedürfnis des Bodens:

1. Eine Zufuhr von dem Nährstoff, der sich dem Gehaltsminimum am meisten nähert, lässt eine Ertragssteigerung erwarten.

Digitized by Google

2. Je weiter sich die Gehalte der Wurzelsubstanz von dem Minimum entfernen, desto schwächer wird die Düngerwirkung sein; schliesslich wird die Düngung gar keinen Effekt mehr bewirken.

Die Ansichten Heinrichs wurden später einer Nachprüfung unterzogen von Haessner, v. Dickow, Hellkampf u. a. Die Mitteilung der auseinandergehenden Ergebnisse dieser Arbeiten würde jedoch den Rahmen dieser kurzen Einführung überschreiten; es sei nur erwähnt, dass die Analyse der Pflanzen zum genannten Zwecke entweder für sich allein (Heinrich, Atterberg) oder in Verbindung mit Düngungsversuchen, wie dies Joulie und Liebscher taten, angewendet wurde, ohne dass jedoch das erstrebte Ziel erreicht worden wäre.

Noch andere versuchten die Analyse des Bodens mit derjenigen der Pflanzen zu kombinieren, aber auch dadurch wurde der ersehnte Fortschritt nicht erzielt. „Es ist wahrscheinlich," sagt Märcker,[1]) „dass im Laufe der Zeit ein richtiges System der Beurteilung des Düngebedürfnisses des Bodens nach der chemischen Analyse der Pflanzen ausgebildet wird, aber vorläufig können wir ein solches noch nicht zur Anwendung empfehlen."

Wenn wir zur Zeit beim Studium von Düngungsfragen eine Analyse der Ernteprodukte mit ausführen, so dient uns diese lediglich als ein Hilfsmittel, um zu sehen, wie gross (gering, normal oder stark) der Entzug von Nährstoffen aus dem Boden gewesen ist. Es ergeben sich daraus Aufschlüsse über die Frage, inwieweit die Leistungsfähigkeit des Bodens in Anspruch genommen, wie eine gegebene Düngung von den Pflanzen ausgenützt worden ist.

---

[1]) Märcker, II. Vortrag über Düngewesen auf dem Lehrgang zu Eisenach 1896.

Digitized by Google

B. Düngungsversuche.

Ausser der sich als unzureichend erweisenden Analyse — sei es nun des Bodens oder der Pflanze — haben wir das wichtige Mittel des Düngungsversuches, der in der Form des Topfversuches mehr der Lösung allgemeiner Fragen dient, als Feldversuch ausgeführt, für lokale praktische Verhältnisse die grösste Bedeutung besitzt.

I. Gefässversuche.

Die Methode der Gefässversuche stammt ursprünglich von den Begründern der wissenschaftlichen Pflanzenernährungslehre her, die zu ihren Versuchen Pflanzen in künstlichen Medien wachsen liessen.

Auch jetzt werden solche „Vegetationsversuche" zur Lösung rein wissenschaftlicher Fragen angewendet und zwar benützt man dabei entweder ein flüssiges Medium in Form künstlicher Nährsalzlösungen oder ein festes Substrat wie Sand, Sägespäne oder dergleichen, die mit Nährstoffen versehen sind. Wie überhaupt die ganze Pflanzenernährungslehre so vieles den Bemühungen der Agrikulturchemiker verdankt, so sind auch die genannten Hilfsmittel von dieser Seite zuerst benutzt oder vervollkommnet worden. Die Wasserkultur wurde besonders von Nobbe, die Sandkultur besonders von Hellriegel mit vielem Erfolge benützt und verbessert.

Den für die landwirtschaftliche Forschung ausgearbeiteten Gefässversuch finden wir wieder in den sog. Wagner'schen „Agrikulturchemischen Düngungsversuchen".

Bei den in besonders konstruierten Gewächshäusern ausgeführten Versuchen wird u. a. von eigens hergestellten Gefässen und künstlichem Untergrund (Steine) Gebrauch gemacht. Die Zufuhr von Wasser, die Abhaltung von Schädlingen können sorgfältig überwacht werden, kurz, alle Vegetationsfaktoren mit Ausnahme des zu prüfenden, lassen sich in bleibend günstiger Weise gestalten und beherrschen. Unter solchen Umständen

Digitized by Google

wird beispielsweise die relative Wirkung zweier angewendeter Düngemittel besonders scharf hervortreten. Es ist gewissermassen eine „Untersuchung unter dem Mikroskop, die alle Dinge und Grössen in grösserem Masstabe wiedergibt“.[1])

Nun ist aber einleuchtend, dass bei solchen Versuchen die Vegetationsverhältnisse, wie sie in der Natur bestehen, abgeändert sind. Schon allein die physikalischen Bedingungen, unter denen sich die Pflanzen entwickeln, sind in den Gefässen ganz andere als im freien Lande; denn wenn z. B. zum Zweck der Gleichstellung des Faktors „Bodenbeschaffenheit“ die Erde in grossen Mengen gemischt und eingefüllt wird, so erfahren Feuchtigkeit, Erwärmung und Durchlüftung des Bodens eine Abänderung und infolge dessen auch die Löslichkeit der Nährstoffe und ihre Aufnahme durch die Pflanzen. Ebenso ist, um noch ein Beispiel zu nennen, die Belichtung der in den Gefässen stehenden Pflanzenindividuen nicht den allgemeinen natürlichen Verhältnissen entsprechend, da sich die Gewächse einigermassen ähnlich wie Randpflanzen verhalten.

Auch mit den Abänderungen, die Wohltmann[2]) vorgeschlagen, bleibt der Charakter solcher Versuche noch ein so künstlicher, dass ihre Ergebnisse sich nur in beschränktem Masse auf die Praxis übertragen lassen, wo manche theoretisch nicht übersehbaren Faktoren das Resultat beeinflussen und wo bei den Massnahmen der Düngung auch die Wirtschaftlichkeit mit ins Auge gefasst werden muss.

II. Felddüngungsversuch.

Der letzte Weg, den wir zur Aufklärung über das Düngebedürfnis des Bodens einschlagen können, besteht in der Ausführung von Düngungsversuchen im freien Lande. Es kommt

---

[1]) A. Mayer, Düngerlehre. Heidelberg 1902. XIV. Vorlesung. S. 213.

[2]) S. W. Behrend: „Wie ist die Lösung praktischer Düngungsfragen zu behandeln?“ Inaug.-Diss. Halle 1891, S. 40. Daselbst Besprechung von: Wohltmann: „Beitrag zur Prüfung und Vervollkommnung etc.“ Bericht des physiolog. Laboratoriums am landw. Institut der Universität Halle a. S.

Digitized by Google

hier selbstverständlich nur der nach wissenschaftlichen Grundsätzen angestellte „exakte Felddüngungsversuch“ im Sinne Hellriegels in Betracht.

Ihm hat nach Wagner der früher erwähnte Gefässversuch vorauszugehen, indem man durch diesen Aufschluss erlangt über die, unabhängig von Witterungseinflüssen, überhaupt erreichbare Erntemenge und über das Fehlen oder mangelhafte Vorhandensein des einen oder andern Nährstoffes in der zu untersuchenden Bodenart. Neben oder nach dem Topfversuch wird dann der Feldversuch Aufklärung geben über den Einfluss der lokalen Verhältnisse der Wirtschaft, über den Düngungszustand und das Düngebedürfnis jedes einzelnen Ackers für sich.

Gar nicht zu entbehren ist der exakte Freilandversuch zur Feststellung der Wirkung von Stallmist auf verschiedenen Bodenarten, oder dessen Einfluss auf die Denitrifikation; ebenso bei solchen Fragestellungen, wo die Rentabilität einer Düngung geprüft werden soll.

Es ist selbstverständlich, dass auch der exakteste Feldversuch mit den vielen Mängeln behaftet ist, die die Abhängigkeit von äusseren Zufälligkeiten in sich birgt. Dies kann aber kein Grund sein, ihm dem Topfversuch gegenüber eine geringere Bedeutung beizumessen. Sein Wert liegt gerade darin, dass er bestimmten lokalen Verhältnissen des praktischen Ackerbaues am meisten angepasst ist, während der Vegetationsversuch mehr die allgemeinen, theoretischen Momente berücksichtigt.

Rückblick.

Nachdem wir im vorhergehenden das Für und Wider jeder der vier genannten Methoden kurz gewürdigt haben, müssen wir uns sagen, dass zur genauen Erforschung des Düngebedürfnisses eines Ackers alle ihr Teil beitragen können und müssen:

Die Analyse des Bodens nach verschiedener Richtung hin gibt uns ein allgemeines Bild der in längerer Zeit für die Pflanzen disponiblen Nährstoffmengen. Sie ist geradezu aus-

Digitized by Google

schlaggebend bei Nährstoffmangel und Nährstoffreichtum und gibt ausserdem ein Bild von den natürlichen Vorräten des Bodens.

Die Untersuchung der Ernteprodukte kann uns erkennen lassen, wie eine gegebene Düngung ausgenützt wurde und was der Boden als Nährstofflieferant für die nächsten Ernten voraussichtlich zu leisten vermag.

Der Gefässversuch zeigt scharf an, ob und welche assimilierbaren Nährstoffe schon während der nächsten Vegetationsperioden ins Minimum geraten werden.

Der exakte Feldversuch endlich lässt erkennen, was der Boden unter den jeweilig herrschenden Verhältnissen zu leisten vermag; er überträgt also die beim Gefässversuch gewonnenen Anschauungen auf die speziellen Verhältnisse eines bestimmten Ackers.

In der vorliegenden Arbeit habe ich die Ergebnisse niedergelegt, zu denen ich bei der Untersuchung der Zusammensetzung und des Düngebedürfnisses bestimmter typischer Bodenarten Thüringens gelangt bin.

Ich habe dabei von den geschilderten vier Methoden Gebrauch gemacht, die jedoch, der besseren Übersicht wegen, in etwas anderer Reihenfolge aufgeführt werden.

I. Teil.

Zusammensetzung der Bodenarten.

(Untersuchung und Charakterisierung.)

Allgemeine Vorbemerkungen.

Zur Prüfung der Zusammensetzung und des Düngebedürfnisses der Böden wurden an möglichst verschiedenen Lagen der Mechelrodaer Flur fünf Versuchsfelder ausgewählt. Zur mechanischen und chemischen Untersuchung des Bodens wurden an sechs Stellen jedes Versuchsfeldes Proben genommen.

Digitized by Google

Mechelroda ist ein mittelgrosses Rittergut mit intensivem Betriebe in der Nähe von Weimar. Die klimatische Lage ist nicht gerade sehr günstig zu nennen; denn durch eine Wetterscheide (der „Kätsch") werden die Wolken, die von Süden oder Südwesten kommen, geteilt, die von Westen kommenden oft abgehalten. Daher ziehen die meisten der im Frühsommer so nötigen Regen vorüber und nur ab und zu erfolgen starke Regengüsse, deren Wirkung auf den Boden aber bei weitem nicht derjenigen bei normaler Regenhäufigkeit gleichkommt.

Der Boden des Rittergutes ist ein typischer Kalkverwitterungsboden, der noch auf der primitiven Lagerstätte, teils oberem, teils mittlerem und unterem Muschelkalk, aufruht. Hinsichtlich der Grösse der Bodengemengteile sind sämtliche untersuchten Böden, von beigemischten Steinen abgesehen, im wesentlichen als „Feinerde" anzusprechen; denn bei der Körnung mit dem Siebe ging fast alles durch das 0,5 mm-Sieb hindurch, während auf dem Sieb nur einige grössere Kalksteine zurückblieben. Die speziellere Charakterisierung der mechanischen Beschaffenheit ist bei der Beschreibung der Bodenarten im folgenden angegeben.

Es sei hier gleich eingangs hervorgehoben, dass in dieser Arbeit zum Zwecke der Einheitlichkeit alle Zahlen, die zum Vergleich herangezogen wurden, auf Trockensubstanz berechnet sind. Ausgenommen sind davon natürlich die der Rentabilitätsberechnung zu Grunde liegenden Vergleichszahlen, die beim Getreide auf eine 14 % Wasser enthaltende lufttrockene Masse, bei den Kartoffeln auf reine, trockene Knollen bezogen sind.

Da aber zur Charakterisierung des Bodens die prozentischen Zahlen nicht immer das klare Bild liefern, wie es vor allem auch für den Vergleich mit andern als typisch bekannten Bodenarten erwünscht sein muss, so ist für die wichtigsten Nährstoffe neben dem prozentischen Gehalt noch die Menge in Kilogrammen angegeben, die ein Bodenraum von 1 ha Fläche bis zur Tiefe von 20 cm (durchschnittliche Pflugfurche) enthält. Zu diesem Zweck wurde das scheinbare spezifische Gewicht des Bodens, d. h. das Gewicht von 1 l Boden in natürlicher Lagerung, be-

Digitized by Google

stimmt, sodann die darin enthaltene Menge Trockensubstanz ermittelt und mit Zuhilfenahme der vorher gefundenen prozentischen Zahlen die Umrechnung auf den bestimmten Bodenraum vorgenommen. Bei der Aufstellung dieser Zahlen für den Untergrund wurden, da er mechanisch der Krume ziemlich ähnlich beschaffen ist, die Volumgewichtszahlen der letzteren angenommen.

Zusammensetzung der Böden in mechanischer und chemischer Hinsicht.

a) Mechanische Untersuchung.

Über die bei der mechanischen Analyse der Krume unserer fünf Versuchsböden sich ergebenden Resultate möge die folgende Tabelle Aufschluss geben:

	Trennung durch Schlämmen nach Schöne				Trennung durch Dekantieren (Schlösing)		% wasserhaltende Kraft	Hauptsächlichste mineralische Gemengteile
	% Teilchen $\wedge$ 0,1 mm	% Teilchen 0,1—0,05 mm	% Teilchen 0,05—0,01 mm	% abschl. Teile $\vee$ 0,01 mm	% „Ton“	% „Sand“		
Boden I	4,40	5,90	40,60	48,50	33,45	66,55	45,6	Kalkstein, Quarz, Orthoklas, dessen Sprünge oft m. Eisenoxyd überzogen.
Boden II	5,90	6,07	23,33	65,00	59,47	40,53	43,8	wie Boden I. Apatit.
Boden III	3,90	8,30	31,10	57,60	51,68	48,32	50,2	wie I u. II. Ausserdem hie und da Nädelchen von Apatit.
Boden IV	2,47	7,73	40,77	48,00	40,07	59,93	40,4	Orthoklas, Quarz, Kalkstein.
Boden V	5,00	17,00	33,70	43,60	40,65	59,35	42,0	wie IV, auch Nädelchen von Apatit.

Hannroda V. **Boden I.** Schlag Nr. 17b.

Der Boden ist äusserlich ziemlich gleichmässig und enthält sehr wenig Steine. Die Mächtigkeit der Krume fällt von 40 cm bis auf 20 cm ab und beim Bohren kommt man durch den etwa 10 cm mächtigen Untergrund auf den dichten Kalkstein, aus dem der Versuchsboden hervorgegangen ist.

Digitized by Google

Was die mechanische Zusammensetzung der Krume betrifft, so zeigt die obige Tabelle, in welch hohem Grade die Teilchen unter 0,05 mm, davon besonders die abschlämmbaren Teile, an dem Aufbau der Krume teilnehmen (89,10%). Das deutet schon auf einen hohen Tongehalt hin, obwohl sich auch unter den feinsten Teilchen noch relativ sehr viele Quarzkörner befinden, die natürlich das Gewicht beeinflussen.

Ein besseres Hilfsmittel, um eine Trennung von Ton und Sand durchzuführen, ist die Schlösing'sche Dekantiermethode, (s. Anhang), die auch sehr gut brauchbare Resultate gibt. Wie sich dabei zeigt, ist der Tongehalt ein ziemlich hoher und die mineralogische Untersuchung ergab das Vorhandensein von Orthoklas in allen Schlämmprodukten. Auch die wasserhaltende Kraft ist gross, so dass der Boden „bindig" genannt werden muss.

Boden II.

Berg Nr. III. Schlag Nr. 29.

Der Boden ist ein lehmiger Tonboden, dessen Krume, von 15—18 cm Mächtigkeit, sehr viel Kalksteine enthält. Der Untergrund ist ein kalkhaltiger Ton, also nicht leicht für Wasser durchlässig. Beim Bohren kommt man sehr bald auf die Verwitterungsrinde, den festen Kalkstein.

Die mechanische Untersuchung der Feinerde zeigt, dass auch hier, wie bei Boden I, die feinen und feinsten Gemengteile die Hauptmasse des steinfreien Bodens einnehmen. Bei der Trennung durch Dekantieren wurde über die Hälfe „Ton" gefunden und auch durch aufsteigendes Wasser wurden von den Teilchen $< 0{,}05$ mm über 88% abgeschlämmt. Die Bestimmung der wasserhaltenden Kraft ergab 43,8%; diese Zahl erscheint vielleicht im Hinblick auf den hohen Tongehalt etwas zu niedrig, was wahrscheinlich auf die Ungenauigkeit der Methode zurückzuführen sein dürfte. Jedenfalls ist hier charakteristisch der hohe Gehalt an feinen und feinsten Teilen („Rohton"), die begünstigend auf die Absorption der Bodennährstoffe einwirken können.

Digitized by Google

Die mineralogische Untersuchung der Schlämmprodukte ergab viel Kryställchen von Orthoklas und hie und da Nädelchen von Apatit, was uns berechtigt, schon für die chemische Beschaffenheit einen hohen Gehalt an Kali und genügenden Gesamtgehalt an Phosphorsäure vorauszusagen. (Siehe Einleitung Seite 7.)

Boden III.

Grosses Rödchen. Nr. II. Schlag Nr. 8.

Der Boden ist ein lehmiger Ton. Die Krume besitzt nur 10 bis 15 cm Mächtigkeit, dann folgt sofort der Untergrund, ein dichter Kalkstein, der nur an einigen Stellen angebohrt werden kann.

In Betreff der mechanischen Zusammensetzung besteht auch hier die Hauptmenge des Bodens aus feinen und feinsten Bestandteilen, die zusammen über 88% ausmachen. Mit dem, was bei der Schlösing'schen Dekantiermethode abgehebert werden konnte, stimmt hier wie bei Boden II das was bei 0,2 mm Geschwindigkeit abgeschlämmt wurde, so ziemlich überein. Dieser hohe Tongehalt erklärt auch die hier zu 50,2% gefundene wasserhaltende Kraft. Bei der mineralogischen Untersuchung der Schlämmprodukte war neben den angegebenen Gemengteilen noch Apatit zu finden, der zwar in sehr zerstreuten Nädelchen auftrat, aber trotzdem auf einen genügenden Gesamtgehalt an Phosphorsäure hinwies, sowie das häufige Vorkommen von Orthoklas viel vorhandenes Kali anzeigte. (Siehe Einleitung Seite 7.)

Boden IV.

Grosses Rödchen Nr. II. Schlag Nr. 8.

Der Boden ist ein toniger Lehm, der, im Gegensatz zu Boden III, sehr wenig Kalksteine enthält. Während man bei dem vorigen gleich nach dem Durchbohren der seichten Krume auf den Kalkstein kommt, liegt bei diesem unter der 13—15 cm mächtigen Krume noch eine 25—30 cm dicke Schicht schwer durchlässigen, kalkhaltigen Tones, dann erst kommt der Kalkstein. Dadurch wird dieser Boden für Wasser schwer durchlässig und das Feld ist auch als „schwimmig" bekannt.

Digitized by Google

Im allgemeinen in der mechanischen Zusammensetzung den vorher besprochenen Proben ziemlich ähnlich, nähert sich Boden IV am meisten noch dem Boden I. Die Menge der abschlämmbaren Teile ist in beiden gleich gross und der beim Dekantieren ermittelte Tongehalt zeigt ebenfalls eine ähnliche Grösse. Also auch hier ein bindiger Boden mit über 88 % feinen und feinsten Teilen, dessen wasserhaltende Kraft infolgedessen eine ziemlich grosse ist (obwohl auch hier die gefundene Zahl etwas zu klein erscheinen dürfte). Bei der Feststellung der mineralischen Gemengteile ergaben sich Orthoklas, Quarz, Kalkstein, während Apatit nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.

Boden V.

Hannroda V. Über dem Buschholz

Dieser Boden fühlt sich im allgemeinen lockerer, mürber an als alle vorhergehenden, ist aber sehr steinig. Es ist ein toniger Lehmboden von verschiedener Mächtigkeit, die zwischen 12—32 cm wechselt. Auch der Untergrund, ein kalkhaltiger Ton, schwankt in seiner Mächtigkeit zwischen 10—30 cm. Darunter folgt die Verwitterungsrinde, der feste Kalkstein.

Bei der mechanischen Untersuchung dieses Bodens ergab sich, dass die Teilchen $< 0{,}05$ mm nicht in so überwiegender Menge vertreten sind wie in den vorhergehenden Proben (nur 77,3 %). Hier ist die Menge der Teile grösser, die bei 7 mm Geschwindigkeit abgeschlämmt wurden; es dürfte dies wohl mit die Ursache für die mürbe Beschaffenheit unseres Versuchsbodens sein. Doch ist, wie sich beim Dekantieren zeigt, der Tongehalt immer noch hoch, so dass neben einer besseren Durchlüftung eine gute Absorption für Pflanzennährstoffe sichergestellt ist. Auch die wasserhaltende Kraft muss als gross bezeichnet werden.

b) Chemische Untersuchung der Böden.

Über die durch die chemische Untersuchung ermittelten Werte gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Digitized by Google

100 Teile Bodentrockensubstanz enthalten an:		Stick-stoff	Phos-phor-säure	Kali	Kalk	Karbo-naten ($CaCO_3$)	Humus	Schwefel-säure	Magnesia	Sesqui-oxyden	Phos-phors. : Sesqui-oxyden
Boden I	Krume	0,081	0,143	0,388	0,675	0,291	2,295	0,048	0,513	4,875	1 : 34
	Untergrund	0,095	0,157	0,342	14,400						
Boden II	Krume	0,159	0,197	0,691	1,640	2,523	2,629	0,093	0,747	7,500	1 : 38
	Untergrund	0,031	0,120	0,330	5,450						
Boden III	Krume	0,163	0,199	0,511	1,300	1,148	3,099	0,043	0,702	6,025	1 : 30
	Untergrund	0,149	0,146	0,407	6,969						
Boden IV	Krume	0,087	0,103	0,584	0,888	0,562	2,068	0,055	0,716	5,106	1 : 50
	Untergrund	0,096	0,117	0,349	6,413						
Boden V	Krume	0,147	0,213	0,422	0,956	0,568	2,853	0,057	0,639	6,525	1 : 31
	Untergrund	0,051	0,105	0,481	1,469						

Digitized by Google

Wie bereits weiter oben erwähnt worden ist, treten die hierdurch gekennzeichneten Verhältnisse viel deutlicher und schärfer hervor, wenn man die absoluten Nährstoffmengen berechnet, die in einem bestimmten Bodenraume enthalten sind. Als „landwirtschaftliche Einheit“ hierfür kann wohl ein Bodenraum von einem Hektar Ausdehnung bis zur durchschnittlichen Pflugtiefe (20 cm) gelten. Für diese Einheit sind in der folgenden Zusammenstellung aus den obigen prozentischen Zahlen und den ausserdem vorgenommenen Volumgewichtsbestimmungen die Mengen derjenigen Nährstoffe berechnet worden, die den Landwirt besonders interessieren, da nur sie ins Minimum zu geraten pflegen, nämlich Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Kalk.

Auf einer Fläche von einem Hektar bis zur Tiefe von 20 cm sind enthalten:

		Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg	Kalk kg
Boden I	Krume	2097	3702	10044	17473
	Untergrund ca.	2459	4064	8853	372758
Boden II	Krume	3804	4713	16533	39239
	Untergrund ca.	742	2871	7896	130397
Boden III	Krume	3497	4269	10962	27888
	Untergrund ca.	3196	3132	8731	149499
Boden IV	Krume	2377	2815	15958	24265
	Untergrund ca.	2623	3197	9537	175242
Boden V	Krume	3305	4790	9489	21497
	Untergrund ca.	1147	2361	10816	33032

Durch diese Berechnung der absoluten Mengen von wichtigen Nährstoffen wird nicht allein eine bessere und zutreffendere

Digitized by Google

Vorstellung von den Bodenvorräten geschaffen, es treten auch die Unterschiede in der Zusammensetzung beim Vergleich mit anderen bekannten Bodenarten auf Grund dieser Zahlen viel deutlicher in die Erscheinung als bei Zugrundelegung der prozentischen Werte. Es sollen zum Vergleich mit den Ergebnissen der letzten Tabelle die von Tacke[1]) angeführten Zahlen für zwei der besten Bodenarten Deutschlands herangezogen werden.

Danach wurden gefunden im:

	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg	Kalk kg
Wesermarschboden (bei Bremerhaven)	4200	3200	11200	92200
Cujavischen Boden (Posen) (der russischen Schwarzerde ähnlich)	5000	2800	7600	30000

Beide Bodenarten können, abgesehen von der Phosphorsäure, als reich versehen mit allen wichtigen Nährstoffen gelten. Nichtsdestoweniger ist unter Umständen auch auf diesen Böden eine Stickstoffdüngung von Erfolg.

Vergleicht man hiermit die bei den fünf Mechelrodaer Böden gefundenen Werte, so fällt zunächst der in allen Fällen geringere Stickstoffvorrat ins Auge, der darauf schliessen lässt, dass die Böden für die Zuführung von Stickstoff, wenn auch in verschiedenem Masse, dankbar sein werden.

An Phosphorsäure sind die Böden, mit Ausnahme von Boden IV (Oberflächenschicht), als ziemlich reich zu bezeichnen, auch die prozentischen Zahlen deuten das bereits an. Während aber aus der Analyse schon auf ein Düngebedürfnis des Bodens IV nach Phosphorsäure geschlossen werden kann, ist ein Urteil darüber, ob die Zuführung von aufnehmbarer Phos-

[1]) J. König, Untersuchung landw. wichtiger Stoffe. 1898. S. 89.

Digitized by Google

phorsäure günstig wirken wird oder nicht, bei den anderen Böden unzulässig, da selbst bei recht reichlichem Vorkommen von Phosphorsäure in verschiedenen Bodenarten gute Erfolge durch Phosphorsäurezuführung erzielt worden sind. Aber auch die entgegengesetzte Erscheinung ist beobachtet worden. Hier hat somit der Vegetationsversuch in Gefässen oder auf dem Felde zu entscheiden.

Was den Kaligehalt der Böden anbetrifft, so können sie sämtlich als sehr reich daran gelten. Eine Zuführung von leichtlöslichen Kaliverbindungen ist aller Wahrscheinlichkeit nach überflüssig, — wenigstens dann, wenn es sich nicht gerade um andauernde Kultur sehr kalibedürftiger Früchte handelt. Wie sich die Böden unter solchen besonderen Umständen verhalten, ist durch den Versuch zu entscheiden.

Die Kalkgehalte der Versuchsböden sind in allen Fällen recht hohe, wobei noch hervorzuheben ist, dass recht bedeutende Teile des Kalkgehaltes (wie die prozentischen Werte ausweisen) aus der wirksamsten Kalkform, dem kohlensauren Kalk, bestehen. Ein Kalkmangel ist hiernach in den Böden ausgeschlossen und eine Zuführung von kalkhaltigen Meliorationsmitteln könnte nur dann in Betracht kommen, wenn die physikalische Beschaffenheit derselben — was nicht der Fall ist — eine solche ratsam erscheinen liesse.

II. Teil.

Düngebedürfnis der Bodenarten.

(Düngungsversuche und Pflanzenuntersuchungen.)

Wie in der Einleitung betont wurde, ist der Gehalt des Bodens an Pflanzennährstoffen nicht allein ausschlaggebend für die Wirkung eines zugeführten Düngemittels, sondern es kommt weiter das spezifische Düngebedürfnis der einzelnen Pflanzen für jeden Nährstoff, mit dem sie gedüngt werden sollen, in Betracht.

Digitized by Google

Mit anderen Worten, der Boden wird nicht gedüngt um seiner selbst willen, sondern für die darauf anzubauende Pflanze.

Deshalb seien die im I. Teil gewonnenen Ansichten über das Düngebedürfnis der Versuchsböden erweitert durch die Versuche des II. Teiles.

Vegetationsversuch.

Zunächst kann ich hier das Ergebnis eines von der landwirtschaftlichen Versuchsstation der Universität Jena ausgeführten Vegetationsversuches mitteilen, das mir in dankenswerter Weise von Herrn Professor Dr. Immendorff zur Veröffentlichung überlassen wurde.

Vegetationsversuch mit Gerste.

Um eine allgemeine Orientierung zu erlangen, wurde der Boden III zu diesem Versuch benutzt.

Als Volldüngung wurden gewählt:

0,4 g Stickstoff in zwei Gaben, als Nitrat und Sulfat,
2 g Phosphorsäure in Form von Superphosphat und
1,5 g Kali in Form einer Mischung von Chlorkalium und schwefelsaurem Kalium.

Die nebenstehende Tabelle zeigt, welche Wirkung die Zuführung eines jeden Nährstoffes auf den Ertrag und auf die Zusammensetzung des Ernteproduktes ausgeübt hat.

Betrachten wir zunächst den Ertrag an Korntrockensubstanz. Die Steigerung durch Volldüngung ist deutlich erkennbar. Man sieht ferner, dass der Stickstoff der am meisten wirkende Nährstoff gewesen ist; denn bei seiner Ausschaltung sinken die Erträge wieder weit (hier unter ungedüngt) zurück, während eine Erniedrigung des Kornertrages durch Weglassung von Kali und Phosphorsäure nicht zu bemerken ist: ein Zeichen, dass hier hauptsächlich nur der Stickstoff im Minimum vorhanden war, während Kali und Phosphorsäure in noch ausreichenden Mengen für die Pflanzen verfügbar gewesen sind. Thomasmehl und Superphosphat unterschieden sich dabei in ihrer Wirkung fast gar nicht.

Digitized by Google

Vegetationsversuch mit Gerste,

angestellt von der landwirtschaftlichen Versuchsstation an der Universität Jena.

Volldüngung { 0,4 g Stickstoff in zwei Gaben, als Nitrat und Sulfat,
2.0 g Phosphorsäure,
1,5 g Kali.

Vegetationsgefäss Nr.	Art der Düngung	Erntemasse in Gramm				Stickstoff				Phosphorsäure				Kali			
		Körner lufttr.	Stroh lufttr.	Körner-Trockensubst.	Stroh-Trockensubst.	der Körner		des Strohes		der Körner		des Strohes		der Körner		des Strohes	
						%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
97	Ungedüngt	12,4	57,7	10,7	50,3	1,432	0,153	0,428	0,215	2,176	0,268	0,362	0,184	0,925	0,114	2,098	1,064
98		16,0	47,2	13,8	51,1	1,269	0,184	0,417	0,213								
99	Volldüngung (Phosphors. als Thomasmehl)	23,3	60,6	20,2	51,8	1,518	0,307	0,468	0,242	2,065	0,456	0,056	0,029	0,937	0,207	2,372	1,214
100		28,2	59,5	23,9	50,6	1,625	0,388	0,543	0,275								
101	Volldüngung (Phosphors. als Superphosphat)	22,2	58,4	19,4	52,1	1,545	0,300	0,484	0,252	2,174	0,472	0,179	0,093	1,018	0,221	1,586	0,823
102		28,0	57,8	23,9	51,6	1,616	0,386	0,484	0,250								
103	Volldüngung ohne Stickstoff	11,7	57,4	10,0	49,5	1,340	0,134	0,456	0,226	2,485	0,216	0,273	0,140	1,278	0,111	2,033	1,043
104		8,8	59,2	7,4	53,1	1,418	0,105	0,482	0,256								
105	Volldüngung ohne Phosphorsäure	26,6	58,7	23,1	47,3	1,398	0,323	0,565	0,267	2,069	0,470	0,426	0,213	0,942	0,214	2,472	1,234
106		25,9	58,4	22,3	52,5	1,402	0,313	0,463	0,243								
107	Volldüngung ohne Kali	25,8	57,7	22,2	51,8	1,516	0,337	0,504	0,261	2,168	0,525	0,470	0,242	1,236	0,299	2,192	1,129
108		30,8	57,4	26,1	51,2	1,359	0,335	0,481	0,246								

Digitized by Google

Was die Trockensubstanz des Strohes betrifft, so ist aus den Mittelzahlen keine deutliche Tendenz in irgend welcher Richtung zu erkennen.

Ein kleiner Mehrertrag ist natürlich auch durch Volldüngung gegenüber Ungedüngt erzielt worden. Bei Stickstoffmangel wurde das Wachstum deutlich verringert, wenn auch nicht so sehr wie die bei Gefäss Nr. 104 gewonnenen Zahlen ausweisen. Es wurde hier schon früh eine Unregelmässigkeit in der Entwickelung des Bestandes beobachtet, für die jedoch eine Erklärung nicht gefunden wurde.

Die Ausschaltung des Kalis hat keine Verminderung des Ertrages bedingt. Bei Gefäss Nr. 105 (ohne Phosphorsäure) zeigt sich zwar eine Verminderung des Strohertrages, doch hat, der Ernte auf Gefäss Nr. 106 zufolge, die Phosphorsäurezufuhr nicht vermehrend auf den Strohertrag gewirkt.

Was die Zusammensetzung der Ernteprodukte betrifft, so entnehmen wir der Tabelle in Kürze folgendes:

Der Stickstoffgehalt der Körner hat überall, wo in der Düngung Stickstoff verabreicht wurde, gegen „Ungedüngt“ eine Steigerung erfahren und zwar fast ohne Unterschied, ob die Phosphorsäure als Thomasmehl oder als Superphosphat gegeben wurde. Beim Fehlen des Stickstoffs in der Düngung tritt der Gehalt wieder zurück.

Ähnliche Verhältnisse treten auch beim Stroh hervor und die Tendenz drückt sich am deutlichsten aus in den absoluten Zahlen der Stickstoffernte.

Die Menge der in den Körnern enthaltenen Phosphorsäure war durch Volldüngung, durch Volldüngung ohne Kali und sogar durch Volldüngung ohne Phosphorsäure bedeutend gestiegen. Das letztere deutet aber nicht etwa auf genügenden Phosphorsäuregehalt im Boden hin, sondern die Betrachtung der prozentischen Zahl belehrt uns eines andern: durch die mit beigegebene Stickstoffdüngung hat sich die organische Substanz stark vermehrt, wodurch natürlich die Prozentzahl kleiner ausfällt; die ganze dem Boden entzogene Phosphor-

Digitized by Google

säuremenge muss dagegen relativ gross sein. Das Umgekehrte ist der Fall bei Gefäss Nr. 103 und 104.

Im Stroh ist die geringste Phosphorsäuremenge bei Volldüngung zu finden, weil hier die Wanderung in die Körner am vollständigsten war. Die Menge wird grösser beim Weglassen des Stickstoffes und bei „Ungedüngt", weil hier wegen der geringer entwickelten Assimilationsorgane die Stoffaufnahme weniger energisch vor sich gehen konnte, und ist am grössten bei Ausschaltung von Phosphorsäure. Aussergewöhnlich hoch erscheint der Gehalt des Strohes auf den Töpfen mit Volldüngung ohne Kali.

In Betreff des Kaligehaltes muss man schliessen, dass der Boden reichlich aufnehmbares Kali enthielt, weil selbst die wenigen, ohne Düngung gewachsenen Pflanzen so viel Kali aufnehmen konnten.

Der Übersicht halber seien nochmals kurz die Hauptzahlen der bisher besprochenen Tabelle zusammengestellt. An Korn- und Strohtrockensubstanz zusammen, sowie an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali wurden folgende Mengen geerntet:

Bei:		Ungedüngt	Volldüngung (Thomasmehl)	Volldüngung (Superphosphat)	Volldüngung ohne Stickstoff	Volldüngung ohne Phosphorsäure	Volldüngung ohne Kali
Gramm:	Trockensubstanz	63,0	73,3	73,6	60,0	72,6	75,7
	Stickstoff . . .	0,383	0,607	0,594	0,361	0,573	0,600
	Phosphorsäure .	0,452	0,485	0,565	0,356	0,683	0,767
	Kali	1,178	1,421	1,044	1,154	1,448	1,428

Man sieht aus diesen Zahlen, dass eine nennenswerte Steigerung des Ertrages nur durch Stickstoffdüngung hervorgerufen wurde.

Die Entnahme an Stickstoff durch Korn und Stroh war am geringsten ohne Düngung und bei Ausschaltung von Stickstoff, sie wurde beträchtlich grösser bei Stickstoffzuführung

Digitized by Google

gleichgültig, ob Kali und Phosphorsäure beigedüngt wurden oder nicht.

Wesentlich dasselbe ist zu sagen über die Entnahme der Phosphorsäure und des Kalis aus dem Boden, wenn man einzelne unwesentliche Abweichungen unberücksichtigt lässt.

Hiernach gestattet uns der Vegetationsversuch auf das Düngebedürfnis des Bodens den Schluss, dass in erster Linie ein Stickstoffbedürfnis vorhanden ist. Kalidüngung wird nicht notwendig sein, während die Wirkung einer Phosphorsäuredüngung fraglich bleibt.

Dieser Schluss bestätigt die aus den Resultaten der chemischen Bodenuntersuchung abgeleitete Ansicht über das Düngebedürfnis der in Frage kommenden Bodenarten.

Exakte Feldversuche.

Vorbemerkungen.

Die fünf Versuchsfelder, die im wesentlichen gleiche Bearbeitung erfuhren, waren vor Winter gepflügt worden; im Frühjahr wurden sie mit dem Kultivator 15 cm tief bearbeitet, dann geeggt und gewalzt. Über die nähere Vorgeschichte bis zur Ernte, soweit die Daten ermittelt werden konnten, wird bei jedem der Versuche kurz berichtet werden.

Düngung und Bestellung konnten in diesem Jahre wegen der Ungunst der Witterung erst verhältnismässig spät ausgeführt werden; die Folge davon zeigte sich in der zwar normalen, aber verzögerten Entwicklung der Pflanzen und der dadurch bedingten späten Ernte.

Bei der Ausführung aller für die Versuche notwendigen Arbeiten, sowie bei der Überwachung derselben wurde im wesentlichen nach dem Verfahren P. Wagners[1]) gearbeitet.

---

[1]) P. Wagner, „Düngungsfragen unter Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse.“ Heft IV. Berlin 1899.

Digitized by Google

Die angewendeten Düngemittel waren vorher in der landwirtschaftlichen Versuchsstation an der Universität Jena untersucht worden.

Es enthielten:

Chilisalpeter = 15,5 % Stickstoff
Kainit = 14,6 % Kali
Thomasmehl = 14 % citratlösl. Phosphorsäure
Superphosphat = 18 % wasserlösl. Phosphorsäure

Ausserdem wurde da, wo die Ungunst der Witterung ein besonders spätes Bestellen nötig machte, das Kali in Form des 40 %igen Kalisalzes gegeben.

Es sei noch bemerkt, dass bei der Ernte Stroh und Spreu zu einer Probe vereinigt wurden und in den Tabellen als „Stroh" angegeben sind.

Feld-Versuch I.

Auf Boden I. Thüringer Gelbhafer.

Vorgeschichte des Versuchsfeldes.

Bearbeitung: Vor Winter gepflügt, im Frühjahr mit dem Kultivator (15 cm) bearbeitet. Dann dreimal geeggt und gewalzt.

Vorfrucht: Klee — Weizen mit 1,16 Ztr. Superphosphat pro Morgen — 1902 thür. Gelbhafer (30 kg pro Morgen).

Vordüngung: 1899: Mittlere Stallmistdüngung, 1900: 1,6 Ztr. Superphosphat pro Morgen.

Versuchsdüngung: 5. Mai 1902 Volldüngung pro ar } 2 kg Chilisalpeter in 2 Gaben, 4 „ Superphosphat, 2 „ 40 %iges Kalisalz.

Salpeter-Kopfdüngung am 9. Juni 1902.

Entwicklung der Pflanzen: Im allgemeinen regelmässig, nur durch die niedrige Frühjahrs- und teilweise Sommertemperatur verzögert. Bestockung auf allen Parzellen sehr gut. Am 24. Juni noch kein Unterschied zu sehen; am 11. Juli: Parzellen „ohne Stickstoff" und „ungedüngt" sehr

Digitized by Google

Ernteergebnisse.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	Frische Erntemasse	Lufttrockene Substanz (14% Wasser)							Erntetrockensubstanz						Korn: Stroh
			Einzelerträge pro Ar			Mittelerträge pro Hektar				Einzelerträge p. Ar		Mittelerträge pro Hektar				
			Gesamtmasse	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		
								Stroh	Körner					Stroh	Körner	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg			kg	kg	kg	kg			
1	Ungedüngt	112,6	51,1	33,9	17,2					29,2	14,8					
6		129,0	61,3	39,4	21,9	3610	2070	—	—	34,0	18,9	3110	1787	—	—	1 : 1,74
11		121,6	58,0	34,9	23,1					30,1	19,9					
2	Volldüngung	185,9	80,6	49,9	30,7	5530	3390	1920	1320	43,0	26,5	4760	2925	1650	1138	1 : 1,63
7		191,0	97,7	60,6	37,1					52,2	32,0					
3	Volldüngung ohne Stickstoff	162,2	76,3	49,9	26,4	4500	2860	890	790	43,0	22,8	3880	2465	770	678	1 : 1,57
8		153,3	70,8	40,1	30.7					34,6	26,5					
4	Volldüngung ohne Phosphors.	171,0	80,6	50,1	30,5	4890	3020	1280	950	43,2	26,3	4215	2600	1105	813	1 : 1,62
9		164,5	77,5	47,7	29,8					41,1	25,7					
5	Volldüngung ohne Kali	190,8	86,8	55,0	31,8	5200	3190	1590	1120	47,0	27,4	4470	2750	1360	963	1 : 1,63
10		173,6	81,0	49,0	32,0					42,0	27,6					

Digitized by Google

deutlich abstechend; Pflanzen wenig und hellgrün. Weglassen von Phosphorsäure und Kali zeigt äusserlich keinen Unterschied.

Ende Juli und August dieselben Erscheinungen.

Ernte: Musste am 26. September erfolgen, obwohl die Stengel noch teilweise grün waren. Trotzdem dürften die in der Tabelle zusammengestellten Resultate als für unsern Zweck brauchbar anzusehen sein.

Unsere Tabelle (S. 30) lässt die durch die Düngung hervorgerufenen Änderungen des Ertrages erkennen, die am wenigsten bei der frischen Masse, sehr gut aber bei der Erntetrockensubstanz hervortreten. Hier hat der Stickstoff die Hauptwirkung ausgeübt, wenn auch die Übereinstimmung der Kontrollparzellen zu wünschen lässt; denn wurde bei der Volldüngung der Stickstoff eliminiert, so war nur ein relativ geringer Mehrertrag an Korn und Stroh zu erzielen. Mehr ergab sich bei Weglassen der Phosphorsäure, noch mehr bei Volldüngung ohne Kali; aber auch das letztere hat auf dem vorliegenden kalireichen Boden scheinbar noch Wirkung ausgeübt.

Aus dem Verhältnis von Korn zu Stroh ist hier nicht viel zu ersehen. Jedenfalls würden die oben erwähnten Unterschiede viel deutlicher hervorgetreten sein, wenn es möglich gewesen wäre, den Hafer vollständig zum Ausreifen gelangen zu lassen.

Rentabilitätsberechnung.

Zu Grunde liegen die Zahlen der 14% Wasser enthaltenden lufttrockenen Erntemasse. Als Preise der Düngemittel wurden angenommen:

Volldüngung
- 200 kg Chilisalpeter = 36.— ℳ
- 400 „ Superphosphat = 26.40 „
- 200 „ 40%iges Kalisalz = 12.80 „

Preis der Ernteprodukte:

100 kg Hafer = 14.— ℳ 100 kg Haferstroh = 3.60 ℳ

Arbeitslohn[1]: 2.80 ℳ pro ha.

[1]) Durch Verrechnung der Arbeitskräfte auf die Fläche des Gutes gefunden.

Digitized by Google

Düngung	Kosten der Düngung pro Hektar	Verkaufspreis des Mehrertrages pro Hektar	Reinertrag pro Hektar
Volldüngung	78.— M.	253.90 M.	175.90 M.
Volldüngung ohne Stickstoff	42.— „	142.60 „	100.60 „
Volldüngung ohne Phosphorsäure	51.60 „	179.— „	127.40 „
Volldüngung ohne Kali . .	65.20 „	214.— „	148.80 „

Demnach ist hier der Reinertrag ganz ähnlich steigend wie der Rohertrag; denn die Volldüngung hat den höchsten Reinertrag gebracht, dann folgen in absteigender Reihenfolge Volldüngung ohne Kali, Volldüngung ohne Phosphorsäure und Volldüngung ohne Stickstoff.

Untersuchung der Ernteprodukte.

1. Körner.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	1 l Körner wieg. Gramm		100 Teile Korntrockensubstanz enthalten				pro Hektar wurden geerntet Kilo	
		im einzelnen	im Mittel	im einzelnen		im Mittel			
				N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	380		1,798	0,852				
6		415	415	1,536	0,280	1,615	0,542	28,9	9,7
11		450		1,510	0,495				
2	Volldüngung	424		1,894	0,851				
7		445	435	1,654	0,344	1,774	0,598	51,9	17,5
3	Volldüngung ohne Stickstoff	388		1,747	0,889				
8		447	418	1,576	0,453	1,662	0,671	41,0	16,5
4	Volldüngung ohne Phosphorsäure	417		1,738	0,796				
9		433	425	1,540	0,326	1,639	0,561	42,6	14,6
5	Volldüngung ohne Kali	400		1,758	0,807				
10		458	429	1,575	0,506	1,667	0,657	45,8	18,1

Digitized by Google

Die Abweichung der Litergewichte voneinander ist eine derartig grosse, dass es wohl nicht angebracht ist, aus diesen Zahlen irgend welche Schlüsse zu ziehen.

Der Stickstoffgehalt der Körner zeigt sich am grössten bei Volldüngung, während die andern prozentischen Zahlen keine bestimmte Regelmässigkeit erkennen lassen. Es hat hier die Weglassung der Phosphorsäure eine fast ebenso geringe prozentische Stickstoffzahl ergeben wie bei ungedüngt, aber infolge der durch Stickstoff vermehrten Erntemasse ist die Gesamternte an Stickstoff wiederum eine grössere.

Ähnliche Erscheinungen zeigen sich auch bei der Phosphorsäure. Der Gehalt der Körner ist am niedrigsten bei ungedüngt und beim Ausschalten der Phosphorsäure.

Leider ist die Feststellung der Kaliaufnahme unterblieben.

Sehr deutliche Unterschiede treten hervor, wenn man die absoluten Mengen der geernteten Nährstoffe ins Auge fasst. Den ungedüngten Parzellen wurden relativ wenig Stickstoff und Phosphorsäure entzogen, was von einer in diesem Boden schweren Aufnehmbarkeit der beiden genannten Nährstoffe für die Pflanzen spricht.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass trotz Ausschaltung der Phosphorsäure die im ganzen von diesem Nährstoff entzogene Menge relativ hoch erscheint.

2. Stroh.

Die absoluten Zahlen für Stickstoff und Phosphorsäure lassen hier das gleiche hervortreten wie bei den Körnern. Die Stickstoffaufnahme ist in derselben Reihenfolge gestiegen und auch bei der Phosphorsäure ist, abgesehen von den in diesem Versuch hervortretenden Unregelmässigkeiten (Volldüngung ohne Phosphorsäure und ungedüngt!), im wesentlichen dieselbe Tendenz zu bemerken. Der stärkste Nährstoffentzug geschah bei Volldüngung.

Digitized by Google

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	100 Teile Strohtrockensubstanz enthalten				Pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen		im Mittel			
		N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	0,597	0,154	0,480	0,128	14,9	4,0
6		0,459	0,102				
11		0,383					
2	Volldüngung	0,539	0,128	0,505	0,115	24,0	5,5
7		0,470	0,102				
3	Volldüngung ohne Stickstoff	0,486	0,077	0,458	0,096	17,8	3,7
8		0,429	0,115				
4	Volldüngung ohne Phosphors.	0,511	0,064	0,458	0,064	19,3	2,7
9		0,405					
5	Volldüngung ohne Kali	0,542	0,064	0,489	0,071	21,9	3,2
10		0,435	0,077				

Es wurden auf Grund dieser Zahlen dem Hektar durch Korn und Stroh zusammen entzogen:

	Durch:	Ungedüngt	Volldüngung	Volldüngg. ohne Stickstoff	Volldüngg. ohne Phosphors.	Volldüngg. ohne Kali
Kilogramm	Trockensubstanz . .	4897	7685	6345	6815	7220
	Stickstoff . . .	44	76	59	62	68
	Phosphorsäure . .	14	23	20	17	21

Aus den geschilderten Ergebnissen kann geschlossen werden: Stickstoff- und Phosphorsäurebedürfnis ist deutlich, Kalibedürfnis nicht deutlich zu erkennen. Es zeigt sich das zunächst an der Erntemasse, aber auch an der Aufnahme von Stickstoff und Phosphorsäure durch die Pflanzen.

Digitized by Google

Feld-Versuch II.

Auf Boden II. Anderbecker Hafer.

Vorgeschichte des Versuchsfeldes (bis zur Ernte).

Vorfrucht: Erbsen — Roggen — 1902: Anderbecker Hafer (30 kg pro Morgen).

Vordüngung: 1898 erhielt das Feld mittlere Stallmistdüngung, 1900: 6 Ztr. Chilisalpeter und 12 Ztr. Superphosphat pro ha.

Versuchsdüngung:

Am 1. April 1902 Volldüngung pro Ar:
- 2 kg Chilisalpeter in zwei Gaben
- 4 „ Thomasmehl
- 6 „ Kainit

Salpeterkopfdüngung am 9. Juni 1902.

Entwickelung der Pflanzen: Normal, nur verlangsamt, Bestockung sehr gut. Am 24. Juni: „Ungedüngt“ und „ohne Stickstoff“ deutlich von der Umgebung abgegrenzt. Das Fehlen von Kali und Phosphorsäure in der Düngung zeigt keine äusseren Kennzeichen. Dieselben Unterschiede erhalten sich während der ganzen Vegetationsperiode.

Ernte: Am 6. September 1902.

Wie aus der Betrachtung dieser Zahlen (Tab. S. 36) hervorgeht, ist schon an der frischen Erntemasse leicht zu erkennen, dass Stickstoff sehr mangelhaft vorhanden war und dass dem Boden auch Phosphorsäure fehlte.

Bei der lufttrockenen Masse äussert sich für Stickstoff und Phosphorsäure die gleiche Tendenz, während beim Fehlen von Kali in der Düngung wohl eine sehr starke Vermehrung des Strohes (mehr als Volldüngung) eintrat, mit der eine Vermehrung der Körner nicht gleichen Schritt hielt. Das gleiche Verhältnis zeigt sich auch bei der geernteten Trockensubstanz. Eine Düngung mit Stickstoff hatte also der Hafer, der überhaupt eine der für Stickstoffdüngung dankbarsten Pflanzen ist, auf diesem Boden unbedingt nötig und fraglos auch eine Zuführung von Phosphorsäure. Bei Ausschaltung von Kali stand der Gesamtertrag der Volldüngung gegenüber gar nicht zurück. (Die Erhöhung fällt wohl in die Grenzen der Versuchsfehler.)

Digitized by Google

Ernteergebnisse.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	Frische Erntemasse	Lufttrockene Substanz (14% Wasser)							Erntetrockensubstanz						Korn zu Stroh
			Einzelerträge pro Ar			Mittelerträge pro Hektar				Einzelerträge p. Ar		Mittelerträge pro Hektar				
			Gesamtmasse	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	Stroh	Körner	kg	kg	kg	kg	Stroh	Körner	
1	Ungedüngt	112,8	45,1	20,9	24,2					18,0	20,9					
6	Ungedüngt	106,3	57,9	33,8	24,1	2910	2290	—	—	29,2	20,8	2510	1970	—	—	1 : 1.28
11	Ungedüngt	98,5	52,9	32,6	20,3					28,1	17,5					
2	Volldüngung	134,0	71,1	40,4	30,7	4140	3060	1230	770	34,8	26,5	3565	2635	1055	665	1 : 1,35
7	Volldüngung	135,5	72,7	42,3	30,4					36,5	26,2					
3	Volldüngung ohne Stickstoff	115,9	59,4	33,8	25,6	3410	2520	500	230	29,1	22,1	2935	2175	425	205	1 : 1,35
8	Volldüngung ohne Stickstoff	111,3	59,1	34,3	24,8					29,6	21,4					
4	Volldüngung ohne Phosphorsäure	129,8	68,2	39,2	29,0	3860	2780	950	490	33,8	25,0	3325	2395	815	425	1 : 1,39
9	Volldüngung ohne Phosphorsäure	121,3	64,5	37,9	26,6					32,7	22,9					
5	Volldüngung ohne Kali	134,9	67,7	39,3	28,4	4310	2840	1400	550	33,9	24,5	3715	2450	1205	480	1 : 1,52
10	Volldüngung ohne Kali	136,8	75,3	46,9	28,4					40,4	24,5					

Digitized by Google

Eine Vermehrung hat aber hauptsächlich das Stroh erfahren, wie auch das Verhältnis von Korn zu Stroh zeigt.

Rentabilitätsberechnung.

Der Berechnung des Reinertrages gegenüber den Roherträgen wurden folgende Angaben zu Grunde gelegt:

Volldüngung pro ha { 200 kg Chilisalpeter = 36,— ℳ; 400 „ Thomasmehl = 18,40 „; 600 „ Kainit = 15,84 „ }

100 kg Hafer = 14,— ℳ. 100 kg Haferstroh = 3,60 ℳ.

Der Arbeitslohn wurde hier wegen der Nachwirkung des Thomasmehles vernachlässigt, nur bei den Parzellen ohne Phosphorsäurezufuhr mit 2,80 ℳ. pro ha veranschlagt.

Düngung	Kosten der Düngung pro Hektar	Verkaufspreis des Mehrertrages pro Hektar	Reinertrag pro Hektar
Volldüngung	70.30 ℳ.	152.10 ℳ.	81.80 ℳ.
Volldüngung ohne Stickstoff .	34.30 „	50.20 „	15.90 „
Volldüngung ohne Phosphorsäure	54.70 „	102.80 „	48.10 „
Volldüngung ohne Kali . .	54.50 „	127.40 „	72.90 „

Demnach zeigt der Reinertrag dieselbe Steigerung wie oben der Rohertrag; er ist am geringsten beim Fehlen von Stickstoff in der Düngung, weil hier das für die Kali- und Phosphorsäuredüngung aufgewendete Kapital nicht genügende Ausnutzung erfuhr. Höher ist noch der Reinertrag bei Ausschaltung der Phosphorsäure, während die Differenz zwischen Volldüngung und Volldüngung ohne Kali im Vergleich zu den vorhergehenden Unterschieden relativ gering ist, so dass die Rentabilität gleich gross sein dürfte bei einer Unterlassung der Kalizufuhr.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Digitized by Google

Untersuchung der Ernteprodukte.

1. Körner.

Die Untersuchung der Körner ergab folgendes:

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	1 l Körner wieg. Gramm		100 Teile Korntrockensubstanz enthalten				pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen	im Mittel	im einzelnen		im Mittel			
				N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	481	469	1,570	0,448	1,593	0,461	31,4	9,1
6		456		1,589					
11		469		1,619	0,474				
2	Volldüngung	480	481	1,637	0,454	1,663	0,454	43,8	12,0
7		482		1,689					
3	Volldüngung ohne Stickstoff	486	483	1,604	0,777	1,566	0,777	34,1	16,9
8		480		1,528					
4	Volldüngung ohne Phosphorsäure	483	472	1,622	0,422	1,643	0,422	39,3	10,1
9		460		1,664					
5	Volldüngung ohne Kali	488	485	1,649	0,448	1,612	0,448	39,5	11,0
10		482		1,575					

Wie aus der Tabelle zu sehen ist, hält sich das Litergewicht am niedrigsten bei den auf den ungedüngten Parzellen und ohne Phosphorsäure gewachsenen Körnern, während unter den anderen bei diesem Düngungsversuch herrschenden Verhältnissen das Litergewicht beträchtlich gestiegen war, wohl eine Folge der Phosphorsäurewanderung in die Körner. Der Stickstoffgehalt steigt von „ungedüngt“ und „ohne Stickstoff“ bis zu „Volldüngung“.

Auffallend ist hier die grosse Menge der bei „Volldüngung ohne Stickstoff“ aufgenommenen Phosphorsäure und damit im Zusammenhang das hohe Litergewicht der unter diesen Bedingungen geernteten Körner. Es wurde hier bei Mangel an Stickstoff nicht nur prozentisch am meisten Phosphorsäure aufgenommen, sondern auch die relativ wenigen Pflanzen, die ohne Stickstoff gewachsen waren, enthielten grosse Mengen

Digitized by Google

dieses Nährstoffes. Das ist lediglich ein Zeichen dafür, dass die Phosphorsäuredüngung sehr intensiv gewirkt hat. Im Zusammenhalt mit den Kilogrammzahlen für Phosphorsäure ergibt sich übrigens dieselbe Tatsache, im negativen Sinne, bei „ungedüngt“ und bei „Volldüngung ohne Phosphorsäure“.

2. Stroh.

Durch die Entnahme des Strohes wurden Nährstoffmengen geerntet, wie sie die folgende Tabelle erkennen lässt:

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	100 Teile Strohtrockensubstanz enthalten				Pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen		im Mittel			
		N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	0,519	0,192				
6		0,475	0,211	0,516	0,225	13,0	5,6
11		0,554	0,272				
2	Volldüngung	0,484	0,118				
7		0,456	0,147	0,470	0,133	16,8	4,7
3	Volldüngung ohne Stickstoff	0,495	0,189				
8		0,463	0,221	0,479	0,205	14,1	6,0
4	Volldüngung ohne Phosphors.	0,491	0,134				
9		0,497	0,141	0,494	0,138	16,4	4,6
5	Volldüngung ohne Kali	0,428	0,186				
10		0,470	0,249	0,494	0,218	16,7	8,1

Die Prozentzahlen weisen hier Unregelmässigkeiten auf, so dass diese Daten keine Schlussfolgerungen zulassen. Ungleich deutlicher tritt die Verschiedenartigkeit der Nährstoffentnahme hervor, wenn man die absoluten Nährstoffmengen miteinander vergleicht. Daraus geht hervor, dass die Stickstoffaufnahme am geringsten war bei „ungedüngt“ und bei Mangel an Stickstoff, dass dagegen unter den anderen oben gegebenen Düngungsverhältnissen fast gleiche Mengen Stickstoff dem Boden entzogen wurden. Die Wanderung der Phosphorsäure in die Körner vollzog sich am besten bei Volldüngung (hier ist das Stroh am ärmsten) und wahrscheinlich auch bei Ausschaltung von Kali; denn die oben gefundene Menge von 8,1 kg scheint etwas zu hoch zu sein. Bei den Körnern sahen wir dieselben Verhältnisse im umgekehrten Sinne.

Digitized by Google

Dem Hektar wurden durch Körner und Stroh entzogen:

	Durch:	Ungedüngt	Volldünger	Volldünger ohne Stickstoff	Volldünger ohne Phosphorsäure	Volldünger ohne Kali
Kilogramm	Trockensubstanz . . .	4480	6200	5110	5720	6165
	Stickstoff	44	61	48	56	56
	Phosphorsäure	15	17	23	15	19

Man sieht aus diesen Zahlen, dass hauptsächlich die Stickstoffdüngung, in geringerem Grade auch die Zufuhr von Phosphorsäure die Erträge an Trockensubstanz erhöht hat. Volldüngung hat sehr erheblich gewirkt; denn die grössere Zufuhr von Kali und Phosphorsäure hat eine stärkere Aufnahme des gleichzeitig mitgegebenen Stickstoffs zur Folge gehabt.

Dieses Urteil über das Düngebedürfnis des Bodens II stimmt überein mit den Ergebnissen der Analyse:

Stickstoffdüngung ist am meisten nötig; Phosphorsäure ist vielleicht noch nicht ganz ins Minimum geraten; doch kann ihre Zufuhr zum Boden sehr wohl die Erträge vermehren. Kalidüngung erscheint hier nutzlos.

Feld-Versuch III.

Auf Boden III. Hannagerste.

Vorgeschichte des Versuchsfeldes.

Vorfrucht: Brache — Weizen — 1902 Gerste (40 kg pro Morgen).

Vordüngung: 1900. 6 Fuder Stalldünger pro Morgen (1 Fuder = 25 Ztr.).

Versuchsdüngung: Am 2. April 1902 Volldüngung pro Ar — 2 kg Chilisalpeter in 2 Gaben; Salpeter-Kopfdüngung (1 kg) am 9. Juni 1902 — 4 „ Thomasmehl, 6 „ Kainit

Digitized by Google

Entwickelung der Pflanzen: Normal, nur etwas verzögert. Bestockung gut. Am 24. Juni sehr deutliche Unterschiede. Die Pflanzen der ungedüngten Parzellen und die ohne Stickstoffdüngung stehen spärlich, hellgrün, 15—20 cm hoch; die ohne Phosphorsäure etwas spärlicher als bei Volldüngung; Kali scheint nicht zu fehlen. Am 11. Juli war die Höhe 50 cm und 80—90 cm. Dieselben Unterschiede bis zur Ernte.

Ernte: Am 23. August 1902: Über die dabei sich ergebenden Resultate gibt die Tabelle auf Seite 42 Aufschluss.

Wie ersichtlich, zeigt dieser Boden, zum Unterschied von den vorigen, viel prägnanter die Art der Nährstoffbedürftigkeit an; besonders stark tritt hier der Mangel an Stickstoff hervor, in zweiter Linie auch das Bedürfnis für Phosphorsäure. Schon die Quantitäten der frisch geernteten Masse zeigten deutlich diese Erscheinung, mehr noch die lufttrockene Substanz. (Das Minus von 20 kg bei „Volldüngung minus Stickstoff“ ist wohl Versuchsfehler; deshalb ist bei der Berechnung des Reinertrages der Mehrertrag = 0 angenommen.) Die geerntete Trockensubstanz zeigt, dass dem Boden der Stickstoff ebenso nötig ist als Kalizufuhr überflüssig erscheint; denn beim Fehlen des Stickstoffes in der Düngung erzielte man wenig mehr Ertrag als ohne Düngung, während nach Ausschaltung von Kali fast ebensoviel geerntet wurde wie bei Volldüngung. Etwa in der Mitte zwischen dem Bedürfnis für Stickstoff und Kali steht dasjenige für Phosphorsäure. Darnach ist also der Boden als direkt bedürftig für Stickstoff und zum mindesten sehr dankbar für Phosphorsäure zu bezeichnen, während sich Kalidüngung schon auf Grund der Rohertragszahlen als unnötig erweist.

Rentabilitätsberechnung.

Zu Grunde liegen folgende Annahmen:

Volldüngung pro ha { 200 kg Chili = 36.— ℳ. | 600 „ Kainit = 15.84 „ | 400 „ Thomasmehl = 18.40 „

100 kg Gerste = 15.— ℳ. 100 kg Gerstenstroh = 3.— ℳ.

Digitized by Google

Ernteergebnisse.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	Frische Erntemasse	Lufttrockene Substanz (14% Wasser)							Erntetrockensubstanz						Korn zu Stroh
			Einzelerträge pro Ar			Mittelerträge pro Hektar				Einzelerträge p. Ar		Mittelerträge pro Hektar				
			Gesamtmasse	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		
								Stroh	Körner					Stroh	Körner	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg			kg	kg	kg	kg			
1	Ungedüngt	44,3	23,9	12,2	11,7					10,5	10,1					
6	Ungedüngt	41,9	25,6	12,8	12,8	1340	1330	—	—	11,0	11,0	1150	1090	—	—	1 : 1,06
11	Ungedüngt	48,1	30,7	15,2	15,5					13,1	11,6					
2	Volldüngung	83,7	45,9	23,4	22,5	2440	2410	1100	1080	20,2	19,4	2100	2080	950	990	1 : 1,01
7	Volldüngung	82,6	50,9	25,3	25,6					21,8	22,1					
3	Volldüngung ohne Stickstoff	53,1	27,7	14,0	13,7	1380	1310	40	(—20)	12,1	11,8	1190	1130	40	40	1 : 1,05
8	Volldüngung ohne Stickstoff	47,0	26,0	13,5	12,5					11,6	10,8					
4	Volldüngung ohne Phosphorsäure	56,3	35,4	18,2	17,2	2060	1900	720	570	15,7	14,8	1780	1640	630	550	1 : 1,09
9	Volldüngung ohne Phosphorsäure	68,3	43,8	23,0	20,8					19,8	17,9					
5	Volldüngung ohne Kali	77,1	46,3	23,2	23,1	2460	2330	1120	1000	20,0	19,9	2120	2010	970	920	1 : 1,06
10	Volldüngung ohne Kali	74,0	49,4	25,9	23,5					22,3	20,3					

Digitized by Google

Der Arbeitslohn (2.80 M. pro Hektar) ist hier im Hinblick auf die Nachwirkung des Thomasmehles zu vernachlässigen.

Düngung	Kosten der Düngung pro Hektar	Verkaufspreis des Mehrertrages pro Hektar	Reinertrag pro Hektar
Volldüngung	70.30 M.	195.— M.	124.70 M.
Volldüngung ohne Stickstoff .	34.30 „	1.20 „	(—33.10 „)
Volldüngung ohne Phosphorsäure	54.70 „	107.10 „	52.40 „
Volldüngung ohne Kali . . .	54.40 „	183.60 „	129.20 „

Diese Zahlen lassen ohne weiteres die Richtigkeit der angeführten Massnahmen für die Nährstoffzufuhr auch in wirtschaftlicher Hinsicht erkennen.

Untersuchung der Ernteprodukte.

1. Körner.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	1 l Körner wieg. Gramm		100 Teile Korntrockensubstanz enthalten				pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen	im Mittel	im einzelnen		im Mittel			
				N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	662		1,563	0,551				
6		651	658	1,588	0,557	1,560	0,554	17,0	6,0
11		661		1,529					
2	Volldüngung	695		1,499					
7		687	691	1,559	0,349	1,529	0,349	31,8	7,3
3	Volldüngung ohne Stickstoff	685		1,568					
8		661	673	1,536	0,704	1,552	0,704	17,5	8,0
4	Volldüngung ohne Phosphorsäure	669		1,507					
9		667	668	1,508	0,333	1,508	0,333	24,7	5,5
5	Volldüngung ohne Kali	674		1,582					
10		678	676	1,567	0,390	1,575	0,390	31,7	7,8

Digitized by Google

Deutlich hervortretend ist hier die grosse Steigerung des Litergewichtes der Körner durch Volldüngung sowie das Zurückbleiben desselben bei Mangel an Phosphorsäure.

Bei den Prozentzahlen über die Stickstoffaufnahme machen sich keine typischen Unterschiede geltend und auch die Phosphorsäure ist in sehr schwankenden (prozentischen) Mengen aufgenommen worden. Anders dagegen die Gesamtmengen der dem Hektar entzogenen Nährstoffe. Das oben für die Trockensubstanz Gefundene äussert sich auch in der Nährstoffaufnahme: gleich ist die Menge des entzogenen Stickstoffes bei „ungedüngt" und bei Mangel an Stickstoff; sie ist grösser bei den Parzellen ohne Phosphorsäuredüngung und wiederum gleich gross bei Volldüngung oder Ausschaltung von Kali.

Auch die Betrachtung der absoluten Erntezahlen für Phosphorsäure zeigt, dass eine Wirkung der letzteren stattgefunden hat; denn die wenigen ohne Stickstoffgabe gewachsenen Pflanzen hatten relativ viel Phosphorsäure entzogen im Gegensatz zu denjenigen Pflanzen, denen der letztgenannte Nährstoff in der Düngung vorenthalten war.

2. Stroh.

Die Untersuchung des Strohes ergab folgendes Resultat:

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	100 Teile Strohtrockensubstanz enthalten				Pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen		im Mittel			
		N	P_5O_2	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	0,955	0,323				
6		0,825	0,243	0,837	0,286	9,6	3,3
11		0,731	0,291				
2	Volldüngung	0,755	0,134				
7		0,646	0,147	0,701	0,141	14,7	3,0
3	Volldüngung ohne Stickstoff	0,800	0,234				
8		0,950	0,262	0,875	0,248	10,4	3,0
4	Volldüngung ohne Phosphors.	0,609	0,122				
9		0,729	0,140	0,669	0,131	11,9	2,3
5	Volldüngung ohne Kali	0,679	0,157				
10		0,709	0,218	0,694	0,188	14,7	4,0

Digitized by Google

Hier gilt im wesentlichen das gleiche wie bei der Stoffaufnahme der Körner: es zeigen sich keine grösseren typischen Unterschiede bei den Prozentzahlen, dagegen ist die Tendenz sehr gut hervortretend beim Gesamtentzug der beiden Nährstoffe pro Hektar und zwar hier wieder deutlicher bei Stickstoff als bei Phosphorsäure.

Die dem Hektar durch Korn und Stroh entzogenen Mengen an Trockensubstanz und beiden Nährstoffen zeigt folgende Zusammenstellung:

	Durch:	Ungedüngt	Volldüngung	Volldüng. ohne Stickstoff	Volldüng. ohne Phosphorsäure	Volldüng. ohne Kali
Kilogramm	Trockensubstanz . .	2240	4180	2320	3420	4130
	Stickstoff	27	47	28	37	46
	Phosphorsäure . .	9	10	11	8	12

Diese Zahlen führen zu denselben Schlussfolgerungen wie die vorhergehenden Tabellen.

Der Boden ist sehr düngebedürftig für Stickstoff, auch Phosphorsäure ist schon ins Minimum geraten, während von einer Kalizufuhr abgesehen werden kann.

Feld-Versuch IV.

Auf Boden IV. Hannagerste.

Da uns die Analyse diesen Boden als besonders phosphorsäurebedürftig bezeichnete, so konnte man erwarten, dass die Wirkung einer Differenzdüngung mit Phosphorsäure deutlich hervortreten würde. Es wurde deshalb eine solche zur Ausführung gebracht.

Vorgeschichte des Versuchsfeldes.

Vorfrucht } Ebenso wie bei Versuchsfeld III. Versuchs-
Vordüngung } frucht: Gerste (40 kg pro Morgen).

Digitized by Google

Versuchsdüngung: Am 2. April 1902 Volldüngung pro Ar: 2 kg Chilisalpeter in zwei Gaben, 6 kg Kainit, dazu steigende Mengen von Superphosphat.
Salpeter-Kopfdüngung (1 kg) am 9. Juni 1902

Entwickelung der Pflanzen: Normal, Bestockung gut. Am 24. Juni war schon zu bemerken: „Ungedüngt“ deutlich abstechend. Bei 2 kg Superphosphat ist Steigerung des Wachstums zu sehen (30 cm), mehr noch bei 3 kg (40 cm). Bei 4 kg ist Verminderung zu bemerken. Bei 5 kg dieselbe starke Entwicklung wie bei 3 kg.

Am 11. Juli hatten die ungedüngten Parzellen 50 cm, die andern durchschnittlich 80—90 cm Höhe.

Ernte: Am 29. August 1902.

Die bei der Ernte sich ergebenden Mengenverhältnisse sind in der Tabelle auf Seite 47 dargestellt.

Vorerst sei bemerkt, dass der Versuch auf Parzelle 3 als missglückt anzusehen ist (die Ursache der Unregelmässigkeit konnte nicht ermittelt werden) und daher die für ihn gültigen Zahlen für die Besprechung ausgeschaltet werden sollen.

Überblickt man darnach die Versuchsresultate im Zusammenhang, so ergibt sich die Steigerung des Ertrages schon bei der Gabe von 2 kg Superphosphat. Darüber hinaus findet keine Erhöhung mehr statt, auch nicht bei der höchsten Gabe von 5 kg Superphosphat. (Es scheint auch der Ertrag auf Parzelle 5 etwas hoch.) Das Optimum liegt also bei der niedrigsten Phosphorsäuregabe (2 kg Superphosphat).

Diese Tendenz ist zu erkennen bei der frischen Masse, der lufttrockenen und der Trockensubstanz.

Rentabilitätsberechnung.

Zur Berechnung des Reinertrages wurden folgende Preise angenommen:

Volldüngung pro Hektar: 200 kg Chilisalpeter = 36.— ℳ; 600 „ Kainit = 15.84 „

100 kg Superphosphat = 6.60 ℳ. (1 Ztr. = 3.28 ℳ.)

Digitized by Google

Ernteergebnisse.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	Frische Erntemasse	Lufttrockene Substanz (14% Wasser)							Erntetrockensubstanz						Korn zu Stroh
			Einzelerträge pro Ar			Mittelerträge pro Hektar				Einzelerträge p. Ar		Mittelerträge pro Hektar				
			Gesamtmasse	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		Stroh	Körner	Stroh	Körner	Mehrertrag gegen ungedüngt		
								Stroh	Körner					Stroh	Körner	
		kg	kg	kg	kg	kg	kg			kg	kg	kg	kg			
1	Ungedüngt	36,0	21,7	11,1	10,6					9,6	9,1					
6	Ungedüngt	57,3	34,1	17,7	16,4	1450	1320	—	—	15,3	14,1	1250	1140	—	—	1 : 1,09
11	Ungedüngt	41,8	27,3	14,7	12,6					12,7	10,9					
2	Volldüngung mit 2 kg Superphosph.	75,9	48,4	25,2	23,2	2530	2350	1080	1030	21,7	20,0	2180	2020	930	880	1 : 1,08
7	Volldüngung mit 2 kg Superphosph.	77,6	49,1	25,4	23,7					21,9	20,4					
3	Volldüngung mit 3 kg Superphosph.	86,6	54,2	28,2	26,0	2550	2200	1100	880	24,3	22,4	2200	1900	950	760	1 : 1,16
8	Volldüngung mit 3 kg Superphosph.	75,6	47,5	25,5	22,0					22,0	19,0					
4	Volldüngung mit 4 kg Superphosph.	79,6	47,3	24,0	23,3	2480	2330	1030	1010	20,7	20,1	2140	2010	890	870	1 : 1,06
9	Volldüngung mit 4 kg Superphosph.	80,5	48,8	25,5	23,3					22,0	20,1					
5	Volldüngung mit 5 kg Superphosph.	85,6	52,8	28,3	24,5	2710	2420	1260	1100	24,4	21,1	2340	2090	1090	950	1 : 1,12
10	Volldüngung mit 5 kg Superphosph.	76,6	49,8	25,9	23,9					22,3	20,6					

Digitized by Google

100 kg Gerste = 15.— M., 100 kg Gerstenstroh = 3 M.
Arbeitslohn: 2.80 M. pro Hektar.

Düngung pro Hektar	Kosten der Düngung pro Hektar	Verkaufspreis des Mehrertrages pro Hektar	Reinertrag pro Hektar
Volldüngung mit 200 kg Superphosphat	67.90 M.	186.90 M.	119.— M.
Volldüngung mit 300 kg Superphosphat	74.50 „	165.— „	90.50 „
Volldüngung mit 400 kg Superphosphat	81.10 „	182.40 „	101.30 „
Volldüngung mit 500 kg Superphosphat	87.70 „	202.80 „	115.10 „

Man sieht, dass auch der höchste Reinertrag bei der Gabe von 2 kg Superphosphat erzielt wurde.

Allerdings dürfte gerade bei diesem Boden eine Vorratsdüngung mit Phosphorsäure wohl angebracht sein, aber sie würde dann wohl besser in der Form des billigeren Thomasmehls gegeben werden.

Untersuchung der Ernteprodukte.

1. Körner.

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	1 l Körner wieg. Gramm		100 Teile Korntrockensubstanz enthalten				pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen	im Mittel	im einzelnen		im Mittel			
				N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	680		1,497	—				
6		661	669	1,463	0,422	1,471	0,294	16,8	3,4
11		666		1,453	0,166				
2	Volldüngung mit 2 kg Superphosph.	689		1,504					
7		667	678	1,486	0,288	1,495	0,288	30,2	5,8
3	Volldüngung mit 3 kg Superphosph.	689		1,497					
8		658	674	1,470	0,339	1,484	0,339	28,2	6,4
5	Volldüngung mit 5 kg Superphosph.	672		1,490					
10		680	676	1,490	0,435	1,490	0,435	31,1	9,1

Digitized by Google

Es sei erwähnt, dass die Parzellen mit 4 kg Superphosphat von der Untersuchung ausgeschlossen waren. Wie die Stoffaufnahme der Pflanzen durch die steigende Zufuhr von Phosphorsäure beeinflusst wurde, zeigt zunächst die vorstehende Tabelle über die Resultate der Untersuchung der Körner.

Die grossen Abweichungen, die die Litergewichtszahlen aufweisen, lassen keinen bestimmten Schluss zu.

Es ist bekannt, dass der Stickstoff dann am besten zur Wirkung gelangt, wenn ein Überschuss von bodenlöslicher Phosphorsäure, aufnehmbarem Kali und Kalk vorhanden ist. Diese Bedingungen waren nun bei unserem Versuch gegeben und daher sehen wir, dass mit steigenden Gaben von Phosphorsäure auch die Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen gestiegen ist. Dasselbe ist bei der Aufnahme der Phosphorsäure zu beobachten und zwar wieder am deutlichsten bei Vergleichung der pro Hektar geernteten Nährstoffmengen. Bei Betrachtung der für die ungedüngten Parzellen gültigen Zahlen zeigt sich, in Übereinstimmung mit dem durch die Bodenanalyse gefundenen Resultat, dass Stickstoff und Phosphorsäure in sehr geringen Mengen für die Pflanzen disponibel waren.

2. Stroh.

Die bei der Untersuchung des Strohes sich ergebenden Verhältnisse lassen sich aus folgender Tabelle erkennen:

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	100 Teile Strohtrockensubstanz enthalten				Pro Hektar wurden geerntet Kilogramm	
		im einzelnen		im Mittel			
		N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	Ungedüngt	0,682	0,157				
6		0,746	0,192	0,732	0,191	9,2	2,4
11		0,769	0,224				
2	Volldüngung mit 2 kg Superphosphat	0,571	0,128	0,608	0,171	13,3	3,7
7		0,644	0,214				
3	Volldüngung mit 3 kg Superphosphat	0,578	0,141	0,634	0,152	13,9	3,3
8		0,689	0,163				
5	Volldüngung mit 5 kg Superphosphat	0,628	0,154	0,612	0,143	14,3	3,3
10		0,595	0,131				

Digitized by Google

Betrachtet man zunächst die Prozentzahlen, so fällt die Menge des Stickstoffs bei „ungedüngt“ etwas auf; sonst ist kein erklärbarer Unterschied zu erkennen. Die Menge der Phosphorsäure im Stroh nimmt mit steigenden Gaben Superphosphat ab, in umgekehrtem Sinne entsprechend der Zunahme in den Körnern.

Bei den absoluten Erntezahlen der Nährstoffe sind die Verhältnisse noch deutlicher erkennbar: die Stickstoffmengen nehmen zu, der Phosphorsäuregehalt des Strohes wird geringer.

Die Mengen Trockensubstanz, Stickstoff und Phosphorsäure, die bei verschiedenen Gaben des letzten Nährstoffes dem Hektar entzogen wurden, zeigt folgende Zusammenstellung:

	entzogen durch	Ungedüngt	Volldüngung mit 2 kg Superphosph.	Volldüngung mit 3 kg Superphosph.	Volldüngung mit 5 kg Superphosph.
Kilogramm	Trockensubstanz	2390	4200	4100	4430
	Stickstoff . . .	26	44	42	45
	Phosphorsäure .	6	10	10	12

Auch in diesen Zahlen treten die oben besprochenen Erscheinungen hervor.

Die Ergebnisse des Düngungsversuches sowie der Bodenanalyse berechtigen zu folgendem Urteil über das Dürgerbedürfnis dieses Bodens:

Es ist Mangel an Stickstoff und besonders an Phosphorsäure vorhanden. Die höchste Wirkung der Phosphorsäuredüngung ist aber schon bei einer Gabe von 2 kg Superphosphat pro Ar erreicht. Auch die höchste Rentabilität der Düngung ist bei diesem Punkte gelegen.

Digitized by Google

III. Teil.

Wirkung der im Geflügeldünger enthaltenen Pflanzennährstoffe auf den Versuchs-Böden.

Untersuchung des Geflügeldüngers.

In der Wirtschaft des Herrn Dyes wird als Nebenzweig eine grössere Geflügelzucht betrieben. In den Ställen wird als Einstreumaterial Torfmull verwendet, der (ausser der Ammoniakbindung) wegen seiner antiseptischen Eigenschaften ein nicht zu unterschätzendes prophylaktisches Hilfsmittel darbietet.

In diesem, dem zweiten Betriebsjahre, wurden nach Angabe des Besitzers schon 200 Ztr. des Düngergemisches gegen 130 Ztr. im Vorjahre erzeugt. Die Geflügelzucht soll noch weiter vergrössert werden; die später sich ergebenden Düngermengen können deshalb für bestimmte Zwecke von Bedeutung werden. Bei der Prüfung der Wirkung dieses Düngergemisches waren hauptsächlich diejenige des Stickstoffs und der Phosphorsäure von Interesse, während auf Wirkungen der Kalizufuhr bei den hier vorliegenden kalireichen Böden nicht gerechnet werden konnte.

Der Dünger wird aus den Ställen auf eine überdeckte Düngerstätte gefahren und setzt sich dann durch sein Eigengewicht zusammen. Zur Mischung wird, ähnlich wie bei Komposthaufen, ein dreimaliges Umstechen vorgenommen.

Über die Zusammensetzung des auf diese Weise behandelten Düngers gibt die folgende Tabelle Aufschluss:

	Gesamt-Stickstoff	Wasserlösl. Stickstoff	Gesamt-Phosphorsäure	Wasserlösl. Phosphorsäure	Gesamt-Kali	Wasserlösl. Kali
100 Teile Trockensubstanz enthalten	2,515	0,684	1,912	0,672	1,322	1,128
100 Teile frischen Düngers enthalten	1,369	0,372	1,041	0,366	0,720	0,614

Digitized by Google

	Gesamt-Stickstoff	Wasserlösl. Stickstoff	Gesamt-Phosphorsäure	Wasserlösl. Phosphorsäure	Gesamt-Kali	Wasserlösl. Kali
Gewöhnlicher Stallmist frisch[1])	0,390	0,120	0,180	—	0,450	—
Hühnermist frisch[1]) . . .	1,630	—	1,540	—	0,850	—

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass der Geflügeldünger im Vergleich zum frischen Hühnermist etwas weniger, dagegen beträchtlich mehr Stickstoff enthält als der gewöhnliche Stallmist. Auch der Ammoniakstickstoff ist in grösserer Menge darin vorhanden als in letzterem. Aber das Verhältnis von Gesamtstickstoff zu wasserlöslichem Stickstoff ist im Geflügeldünger etwas weiter als im Stallmist. Ganz ähnlich verhält es sich auch mit der Gesamtphosphorsäure, die in dem untersuchten Düngergemisch in geringerer Menge als beim Hühnermist, dagegen in viel grösserer Menge als im gewöhnlichen Stallmist vertreten ist. Etwa ein Drittel der gesamten Phosphorsäure ist in leicht löslicher Form vorhanden. Der Kaligehalt des vorliegenden Materials ist relativ hoch und nähert sich mehr dem Gehalt des Hühnermistes an diesem Nährstoff. Dabei ist der Hauptteil als wasserlösliches Kali gegeben und dieses übersteigt noch den Gesamtkaligehalt des gewöhnlichen Stallmistes.

Aus dem allen geht hervor, dass wir es hier mit einem, wegen seiner chemischen Beschaffenheit, für Düngezwecke ziemlich wertvollen Material zu tun haben. Aber neben dieser Bereicherung an Stickstoff und mineralischen Stoffen ist gerade auf den in Rede stehenden Böden die physikalische Verbesserung von grosser Bedeutung, indem der tonige Boden durch den Torfmull gelockert wird.

[1]) E. Wolf, Aschenanalysen von land- und fortswirtschaftlichen Produkten. Berlin 1880.

Digitized by Google

Feld-Versuch V.

Auf Boden V. Magnum-bonum-Kartoffeln.

Vorgeschichte des Versuchsfeldes.

Vorfrucht und Vordüngung: Ungedüngter Weizen — 1902: Magnum-bonum-Kartoffeln (9 Ztr. pro Morgen).

Versuchsdüngung: Am 5. Mai 1902:

Volldüngung pro Ar:
- 2 kg Chilisalpeter in zwei Gaben
- 2 „ 40 %iges Kalisalz
- 4 „ Superphosphat
- (Salpeterkopfdüngung am 9. Juni 1902)

Geflügeldünger: ½ Ztr. pro Ar.

Entwicklung der Pflanzen: Normal, nur verzögert wegen der niedrigen Temperaturen während der Vegetationsperiode und wegen der etwas exponierten Lage des Feldes in der Nähe der Wetterscheide. (Die Regen ziehen meist vorüber.)

Am 24. Juni war äusserlich noch kein Unterschied zu sehen. Am 11. Juli hoben sich die ungedüngten Pflanzen ab. Die Höhe der allgemein gut entwickelten Pflanzen war 20 bis 30 cm. Ende Juli in voller Blüte, Unterschied wie früher.

Ernte: Am 25. Oktober 1902. Die Ergebnisse derselben sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Nr. der Parzelle	Art der Düngung	Gesamternte mit Erde	Reine trockene Knollen			Erntetrockensubstanz		
			Einzelertr. pro Ar kg	Mittelertr. pro Hektar Ztr.	Mehrertrag gegen ungedüngt	Einzelertr. pro Ar kg	Mittelertr. pro Hektar Ztr.	Mehrertrag gegen ungedüngt
1	Ungedüngt	138	134			122		
6		136	130	274	—	115	12400	—
11		159	146			136		
2	Volldüngung	176	172	336	62	152	15300	2900
7		178	164			154		
3	Gefügeldünger ½ Ztr. pro Ar	166	160	316	42	140	14000	1600
8		168	156			139		
4	Geflügeld. u. Volldüng. ohn. Stickst.	185	179	348	74	170	16400	4000
9		183	168			158		
5	Geflügeld. u. Volldüng. o. Phosphors.	184	177	356	82	157	15600	3200
10		199	179			155		

Digitized by Google

Die Trockensubstanzzahlen lassen erkennen, dass der Geflügeldünger allein eine ziemliche Steigerung des Ertrages hervorgerufen hat. Denn der durch Volldüngung erzielte Mehrertrag war 2900 kg, derjenige durch Geflügeldünger allein war 1600 kg, also grösser als das durch eine halbe Volldüngung bewirkte Plus. Man sieht weiter, dass hauptsächlich der Stickstoff des Geflügeldüngers gewirkt hat; denn wurde aus der mit dem Dünger zusammengegebenen Volldüngung der Stickstoff fortgelassen, so war der Ertrag weit höher, als wenn durch Ausschaltung aus der Volldüngung die Wirkung der Phosphorsäure des Geflügeldüngers in Erscheinung trat. Die Wirkung des Kalis wird wohl, wie sich schon bei den Versuchen im II. Teil dieser Arbeit zeigte, auch auf diesem Boden ohne Bedeutung sein.

Rentabilitätsberechnung.

Bevor wir uns zur Betrachtung der Reinerträge wenden, seien zunächst die Daten angegeben, die der Berechnung zu Grunde liegen.

200 kg Chilisalpeter	= 36.— ℳ
200 „ 40 % Kalisalz	= 12.80 „
400 „ Superphosphat	= 26.40 „
Volldüngung pro Hektar	= 75.20 ℳ
Arbeitslohn pro Hektar	= 2.80 „

Verkaufspreis von 1 Ztr. Kartoffeln 2.50 ℳ.

Bei der Feststellung des Wertes von 1 Ztr. Geflügeldünger wurden folgende Annahmen gemacht:

Der Stickstoff des vorliegenden Düngergemisches wurde zu ca. zwei Drittel des Wertes vom Stickstoff im Chilisalpeter angenommen, also 1 kg Stickstoff = 0.80 ℳ. Der Preis der Phosphorsäure sei für 1 kg = 0.16 ℳ. und der für 1 kg Kali = 0.14 ℳ. eingesetzt.

Wendet man diese Werte an, so ergibt sich:

1 Ztr. Geflügeldünger enthält:	0,68 kg Stickstoff	= 0.54 ℳ.
	0,52 „ Phosphorsäure	= 0.08 „
	0,36 „ Kali	= 0.05 „
Demnach hat 1 Ztr. Geflügeldünger für die Düngung den Wert		= 0.67 ℳ.

Digitized by Google

Selbstverständlich sind die im obigen angegebenen Werte nur schätzungsweise bestimmt, aber trotzdem werden sie im grossen und ganzen den obwaltenden Verhältnissen entsprechen. Wie sich nun die Geldroherträge und die Reinerträge zueinander verhalten, veranschaulicht die folgende Tabelle:

Düngung pro Hektar	Kosten der Düngung pro Hektar	Verkaufspreis des Mehrertrages pro Hektar	Reinertrag pro Hektar
Volldüngung	78.— M.	155.— M.	77.— M.
Geflügeldüngung	36.30 „	105.— „	68.70 „
Geflügeldünger u. Volldüngung ohne Stickstoff	75.50 „	185.— „	109.50 „
Geflügeldünger u. Volldüngung ohne Phosphorsäure . . .	85.10 „	205.— „	119.90 „

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass durch die alleinige Anwendung des Geflügeldüngers ein Reinertrag erzielt wurde, der dem durch Volldüngung erreichten nicht viel nachsteht. So lässt denn auch diese Berechnung das angewendete Düngematerial als ziemlich wertvoll erscheinen.

Bedeutend höher stieg der Reinertrag bei der Zugabe von Kali und Phosphorsäure in Form von künstlichen Düngemitteln am höchsten war derselbe bei Anwendung von Kalisalz und Chilisalpeter zum Geflügeldünger, und vielleicht wäre der Reinertrag noch gestiegen oder wenigstens gleich hoch geblieben, wenn man auf diesem kalireichen Boden die Zugabe von Kali unterlassen hätte.

Untersuchung des Ernteproduktes.

Um über die Grösse des Entzuges der Nährstoffe Aufschluss zu erhalten, wurden die geernteten Kartoffeln einer Untersuchung unterworfen, deren Resultat die Tabelle erkennen lässt.

Bei der Bildung des Stärkemehls zeigen sich prozentisch nur geringe Unterschiede. Auffallend ist nur das Zurückgehen des Stärkegehaltes auf den mit Geflügeldünger und künstlichem Dünger zusammen versehenen Parzellen. Dabei ist der Stärke-

Digitized by Google

Nr. der Parz.	Art der Düngung	100 Teile Knollentrockensubstanz enthalten								Pro Hektar wurden entzogen Kilogramm			
		im einzelnen				im Mittel							
		Stärke	N	P_2O_5	K_2O	Stärke	N	P_2O_5	K_2O	Stärke	N	P_2O_9	K_2O
1	Ungedüngt	17,9	0,999	0,563	0,712	16,6	1,058	0,533	0,755	2058	131	66	94
6		15,4	1,114	0,496	0,758								
11		16,4	1,061	0,541	0.796								
2	Volldüngung	16.6	0,994	0,548	0.650	16,5	0,975	0,548	0,650	2525	149	84	99
7		16,4	0,955										
3	Geflügeldünger	17,1	1,018	0,592	0,820	16,8	1,040	0,592	0,820	2352	146	83	115
8		16,4	1,061										
4	Geflügeldünger und Volldüngg. ohne Stickstoff	15,8	0,950	0,506	0,738	15,4	0,934	0,503	0,785	2526	153	82	129
9		14,9	0,917	0,499	0,832								
5	Geflügeldünger und Volldüngg. ohne Phosphors.	15,6	0,980	0,560	0,796	15,4	0,983	0,560	0,796	2402	153	87	124
11		15,1	0,985										

Digitized by Google

gehalt des Ernteproduktes gleich hoch bei Ausschaltung von Stickstoff und von Phosphorsäure.

Der Stickstoffgehalt der Knollen lässt trotz der wechselnden Düngungsverhältnisse keine scharfen Unterschiede erkennen, ebensowenig ist dieses bei der Phosphorsäure und beim Kali der Fall. Im wesentlichen ist nur eine gesteigerte Aufnahme der Pflanzennährstoffe bei Düngung, besonders mit Geflügeldünger, zu bemerken.

Auch bei diesem Versuch ist durch Anwendung des Geflügeldüngers eine ziemliche Steigerung der aus einem Hektar aufgenommenen Menge von Nährstoffen bemerkbar, und es hat von den beiden zu prüfenden Nährstoffen wie bei den vorhergehenden Versuchen der Stickstoff des Düngematerials intensiver auf die Vermehrung der Gesamtstärkemenge gewirkt als die Phosphorsäure.

Die absoluten Erntezahlen für Stickstoff, Phosphorsäure und Kali bei Anwendung von Geflügeldünger nähern sich denjenigen bei Volldüngung. Von Kali wurde sogar noch mehr als bei Volldüngung aufgenommen. Wurden Geflügeldünger und künstlicher Dünger zusammen angewendet, so war natürlich die Stoffaufnahme noch intensiver. Aber man sieht auch aus dem ungedüngt gewachsenen Ernteprodukt, welch bedeutende Mengen an Nährstoffen die Kartoffeln dem Boden zu entziehen vermögen.

Die Ergebnisse dieses Versuches lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

Der untersuchte Geflügeldünger stellt ein für die physikalische und chemische Verbesserung des Bodens ziemlich wertvolles Material dar.

Auf Boden V, dem vor allem Stickstoff mangelt, bei dem aber Kali genügend vorhanden ist, kommt hauptsächlich die Wirkung des in dem Geflügeldünger enthaltenen Stickstoffs, in zweiter Linie die der Phosphorsäure in Betracht.

Der höchste Roh- und Reinertrag wurde erzielt bei einer Düngung mit Geflügeldünger unter Zugabe

Digitized by Google

von Stickstoff und Kali in Form von künstlichem Dünger.

Die Kaliwirkung ist aber wie bei den vorigen Böden wahrscheinlich geringfügig, so dass der Reinertrag jedenfalls noch höher gewesen wäre bei Unterlassung der Kalizufuhr.

Schlussbetrachtungen.

Im ersten Teil dieser Arbeit zeigte sich, dass der Stickstoffgehalt der untersuchten Böden im allgemeinen kein beträchtlicher, teilweise sogar sehr niedrig zu nennen ist und dass infolgedessen eine Düngung mit diesem wichtigen Nährstoff wohl angezeigt erscheinen könnte. In der Tat haben sowohl der Vegetationsversuch in Gefässen sowie die Felddüngungsversuche diese Vermutung in vollem Masse bestätigt. Es tritt das besonders scharf bei Boden III hervor, wo trotz des von allen Böden am meisten vorhandenen Stickstoffes (0,163 %) noch eine starke Wirkung der Stickstoffdüngung sich zeigte.

Von dem Phosphorsäuregehalt lässt sich ähnliches nicht sagen. Denn wenn er auch bei Boden I und IV nicht eben hoch gefunden wurde, so ergab sich doch bei den Böden II, III und V, die im übrigen mit den anderen gleichgeartet sind, das Vorhandensein einer beträchtlichen Menge an dem genannten Nährstoff. Hier zeigte sich klar, dass die chemische Analyse für sich allein zur Beantwortung der Frage nach dem Düngebedürfnis unzureichend ist. Dass bei den prozentisch ärmeren Böden I und IV durch Phosphorsäurezufuhr eine Steigerung des Ertrages zu erzielen war, liess sich schon denken; die Steigerung bei den relativ reichen Böden II, III und V zeigte aber, dass hier die Mengen Phosphorsäure in schwer löslicher Form vorhanden sind, was die Analyse nicht zeigen konnte.

Der Kaligehalt der untersuchten Böden war in allen Fällen ein sehr hoher und der daraus gezogene Schluss, dass er für

Digitized by Google

das Bedürfnis der Pflanzen nach diesem Nährstoff völlig ausreichen würde, hat sich bei den Feldversuchen durchweg bestätigt. Die mikroskopische Untersuchung der Schlämmprodukte ergab dementsprechend, dass in den „abschlämmbaren Teilen" viel Orthoklas und beim Dekantieren, dass viel Ton in den Böden vorhanden war.

Was dann weiter das Verhältnis von Vegetations- und Feldversuch anbelangt, so möge nochmals an folgendes erinnert werden. Der Hinweis, den uns der Vegetationsversuch gegeben hatte, insofern er einen Mangel an Stickstoff und Phosphorsäure anzeigte, deckte sich mit dem Resultat des Feldversuchs. Immerhin ist eine solche Bestätigung notwendig gewesen, da beim Vegetationsversuch in Gefässen die für das Leben der Kulturpflanzen wichtigen Prozesse meistens intensiver und nicht selten in ganz anderer Weise verlaufen als im freien Lande.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass man nur dann mit Sicherheit über das Düngebedürfnis eines Bodens ein zuverlässiges Urteil fällen kann, wenn Analyse und Düngungsversuch sich gegenseitig ergänzen. Aber auch dann ist der Landwirt noch keineswegs zu seinem Ziele gelangt; denn es muss ja sein Wunsch sein, nicht nur die augenblickliche, sondern die dauernde Leistungsfähigkeit seiner Böden.

Nach zweierlei Richtung hin, räumlich und zeitlich, sind die in einem Jahre gewonnenen Ergebnisse von beschränkter Gültigkeit. Zunächst räumlich, weil sich seine Versuche nicht auf die gesamte Fläche, sondern wohl immer auf verhältnismässig kleine Bezirke erstrecken werden. Selbst da, wo der Boden an sich im allgemeinen von gleichartiger Beschaffenheit ist, werden verschiedene Umstände, wie Exposition und Inklination, die Lage in der Nähe von Gewässern etc., abändernd auf das Resultat einzuwirken vermögen. Um solche Einflüsse nach Möglichkeit kennen zu lernen, gibt es kein anderes Mittel,

Digitized by Google

als die Versuchsfelder an mehreren Orten der Flur anzulegen, so dass im Laufe der Zeit möglichst viele Äcker der Prüfung unterzogen werden.

Weiterhin ist eine zeitliche Beschränkung vorhanden; denn beim Fruchtwechsel wird ja in einem folgenden Jahre eine andere Frucht mit neuen Ansprüchen gebaut als diejenige, die gerade zum Versuche gedient hat und ausserdem wird stetig das Düngerbedürfnis des Bodens abgeändert. Hieraus ergibt sich schon, dass eine ganz rationelle Versuchsanstellung auf den Feldern zum mindesten drei bis vier Jahre hindurch mit verschiedenen Pflanzen fortgesetzt werden muss. Überdies wird es empfehlenswert sein, in späteren Jahren wieder einmal zu früheren Versuchsfeldern zurückzukehren.

Eine ausgedehnte Versuchsanstellung ist allerdings mit erheblichen Ansprüchen an Kapital und Arbeit verbunden. Aber diese werden sich lohnen und da, wo ein Stand von intelligenten praktischen Landwirten dieselben nicht scheut, wird sich die Wirtschaftlichkeit dieser Massnahmen schon zeigen.

Digitized by Google

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. Immendorff

gegenüber erfüllt der Verfasser die angenehme Pflicht, für die in liebenswürdigster Weise erteilten Ratschläge und mannigfachen Anleitungen den aufrichtigsten Dank am Schlusse der Arbeit auszusprechen.

Ebenso fühle ich mich

Herrn Rittergutsbesitzer Kapitänleutnant Dyes

für sein stets bewiesenes Interesse an der Arbeit zu vielem Dank verpflichtet.

Digitized by Google

Anhang.

Angewendete analytische Methoden.

Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Boden- und Pflanzenuntersuchungen wurden in dem von Herrn Prof. Dr. Immendorff geleiteten agrikulturchemischen Laboratorium der Universität Jena ausgeführt. Zur Vornahme der Schlämmanalyse hatte Herr Prof. Dr. Edler die Liebenswürdigkeit, mir in seinem landwirtschaftlichen Laboratorium einen Apparat zur Verfügung zu stellen. Die Untersuchung der Böden auf mineralische Gemengteile geschah in dem Laboratorium von Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Linck; den genannten Herren, sowie Herrn Privatdozenten Dr. Lemmermann und Herrn Dr. Lohmann sei für ihre gütigen Ratschläge an dieser Stelle der verbindlichste Dank ausgesprochen.

I. Analyse des Bodens.

a) Mechanische Untersuchung.

Die lufttrockenen Proben (vorher an sechs verschiedenen Stellen eines jeden Versuchsfeldes entnommen) wurden erst einer Körnung mit dem Siebe unterworfen. 500 gr wurden mit Wasser aufgeschlämmt und mit einem Pinsel ein gelindes Zerdrücken der Bodenpartikel bewirkt. Die Lochweite der dann zur Trennung benützten Siebe war 7 mm, $4^1/_2$ mm, 1 mm und $^1/_2$ mm. Da hierbei der gesamte Boden durch das letzte Sieb hindurchging, so konnte für die weitere mechanische und chemische Analyse eine Zerkleinerung des beim Trocknen steinhart gewordenen Bodens mit der Mühle vorgenommen werden, nachdem die noch vorhandenen kleinen Steine so gut

Digitized by Google

wie möglich ausgelesen waren. Nur zur Bestimmung der Wasserkapazität und für das Schlämmen nach Schöne wurde der durch ein 2 mm Sieb gebrachte Boden verwendet.

Das Schlämmen wurde nach Schöne vorgenommen, um die einzelnen Schlämmprodukte mineralogisch untersuchen zu können. Es wurde geschlämmt bei 0,2 mm, 2 mm und 7 mm Geschwindigkeit pro Sekunde.

b) Chemische Untersuchung.

Durch Trocknen bei 105° C. wurde erst die Trockensubstanz ermittelt, dann wurde eine 150 gr Trockensubstanz entsprechende Menge des Bodens mit 300 ccm 20%iger Salzsäure (s = 1,099) auf dem Wasserbade drei Stunden lang extrahiert unter Zugabe von 10 ccm konzentrierter Salpetersäure, um die organischen Substanzen zu zerstören. Die salzsaure Lösung wurde dann mit dem Boden zusammen auf 1000 ccm aufgefüllt und davon (unter Berücksichtigung des mit dem Pyknometer bestimmten Bodenvolumens) ein aliquoter Teil mit Salpetersäure eingedampft und der Rückstand zur Abscheidung der gelösten Kieselsäure zwei Stunden bei 120° getrocknet. Dann wurde mit etwas Salzsäure aufgenommen und auf 500 ccm aufgefüllt; diese Lösung diente als Ausgangsmaterial für folgende Bestimmungen:[1])

In einem Teil wurden Schwefelsäure und Kali nach der Baryt-Kaliumplatinchloridmethode bestimmt.

Die Phosphorsäure wurde mit Molybdänlösung direkt aus dieser Lösung gefällt. In einem weiteren Teil wurden durch zweimaliges Fällen mit Ammoniak die Sesquioxyde, (Eisen und Thonerde) in den vereinigten Filtraten das Calciumoxyd und in den dabei wieder gewonnenen Filtraten noch die Magnesia bestimmt.

Zur Feststellung des Gesamtstickstoffgehaltes konnte die Methode nach Kjeldahl verwendet werden.

---

[1]) Ausgeführt nach J. König, „Untersuchung landwirtschaftlicher und gewerblich wichtiger Stoffe".

Digitized by Google

Die Karbonate wurden im Kohlensäureapparat durch 2%ige Salzsäure zersetzt und die gebildete Kohlensäure im Geisslerschen Kaliapparat absorbiert.

Endlich wurde noch der Humusgehalt der Böden ermittelt. Es wurde aber hier von der Anwendung der Elementaranalyse abgesehen und die Knop'sche Chromsäuremethode benützt, mit der Modifikation,[1]) dass trockener Boden mit trockener Chromsäure zusammengebracht wurden und erst dann das Zufliessen der vorher schon bereiteten Schwefelsäure erfolgte. Es wird dabei der Verlust an Humuskohlensäure vermieden, der sich sonst immer ergibt, da durch die warm werdende Schwefelsäure der Humus schon angegriffen wird. Von der so gefundenen Kohlensäure wurde die vorher ermittelte Karbonatkohlensäure abgezogen.

II. Analyse der Pflanzen.

Die chemische Untersuchung der Körner und des Strohes, sowie der Kartoffeln wurde nach den gleichen Methoden ausgeführt wie die des Bodens. Leider musste wegen Mangel an Zeit vorläufig von der Kalibestimmung im Getreide abgesehen werden, doch konnte dies auch geschehen, da für die durch diese Arbeit zu beantwortenden Fragen die ausgeführten Untersuchungen ausreichten.

Der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln wurde aus dem spezifischen Gewicht derselben berechnet.

III. Analyse des Geflügeldüngers.

Zur Bestimmung des Gesamtstickstoffes musste erst reduziert werden, da Nitrate gegenwärtig waren. Es wurden daher 2 g der Substanz mit Phenolschwefelsäure umgeschüttelt und gekühlt, nach zwei Stunden dann unter Zusatz von Natriumhyposulfit gekocht und destilliert.

---

[1]) Van Romburgh und C. E. J. Lohmann: „Onderzoekingen betreffende op Java gekultiveerde theeën.“ Batavia 1896.

Digitized by Google

Der wässerige Extrakt wurde dargestellt durch halbstündiges Ausschütteln von 20 g Substanz mit 1 l Wasser. Darin wurden dann Stickstoff, Phosphorsäure und Kali bestimmt.

Gesamtphosphorsäure und Gesamtkali wurden in der Asche in der Weise bestimmt, dass die Substanz mit Berücksichtigung des Kaliumchlorides (Auslaugen mit heissem Wasser) vorsichtig verascht und die Asche dann mit konzentrierter Salzsäure eine halbe Stunde lang extrahiert wurde. Dann wurde die Bestimmung beider Nährstoffe nach den oben angegebenen Methoden vorgenommen.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Lebenslauf.

Ich, Gustav Adolf Wendler, Sohn des † kgl. Reallehrers Konrad Wendler und dessen Ehefrau Emma Wendler, geb. Schultheiss, wurde am 16. Oktober 1879 zu Nürnberg geboren.

Nach dem Absolutorium der kgl. Kreisrealschule Nürnberg im Jahre 1896 wandte ich mich aus Gesundheitsrücksichten der praktischen Tätigkeit zu. Ich war ein Jahr in der Kunst- und Handelsgärtnerei von Emmel in Nürnberg als Lehrling und ein Jahr als Praktikant auf dem gräfl. von Pückler-Limpurg'schen Gute in Burgfarrnbach bei Fürth beschäftigt.

Während des Wintersemesters 1898/99 war ich Studierender an der Kgl. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan und trat mit dem Sommersemester 1899 als Studierender an die Kgl. technische Hochschule in München über. Im Herbst 1900 unterzog ich mich der Admissionsprüfung und im Herbst 1901 dem Diplomexamen, das ich mit Note I bestand. Auf Grund dieser erfüllten Bedingung erlangte ich die Berechtigung, nach nochmals dreisemestrigem Studium an der Universität Jena dortselbst promovieren zu können und siedelte deshalb nach Jena über. Doch bestand ich vorher, im Dezember 1901, noch das Lehramtsexamen für Landwirtschaft in München.

Seit Juni 1903 bin ich als Assistent an der Kgl. Moorkulturstation Weihenstephan tätig.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Dozenten:

In Weihenstephan:

Prof. Ganzenmüller, Dr. Luff, Prof. Dr. Pauly, Prof. Dr. Puchner, Prof. Dr. Steuert, Prof. Dr. Ultsch, Prof. Dr. Weiss.

Digitized by Google

In München:

Prof. Dr. Graf Du Moulin-Eckart, Dr. Eibner, Prof. Dr. Harz, Prof. Dr. Kitt, Prof. Dr. Leisewitz, Prof. Dr. Lintner, Prof. Dr. Lipp, Generalsekretär Prof. May, Prof. Dr. Oebbecke, Prof. Dr. Pott, Prof. Dr. v. Soxhlet, Dr. Spöttle, Prof. Dr. Stoss, Prof. Dr. Sulger-Gebing, Geheimrat Prof. Dr. von Voit, Prof. Dr. Wollny †.

In Jena:

Prof. Dr. Detmer, Prof. Dr. Edler, Geh. Hofrat Prof. Dr. Eucken, Geh. Hofrat Prof. Dr. Liebmann, Prof. Dr. Stahl, Prof. Dr. Weber.

Praktisch arbeitete ich in den Laboratorien folgender Herren:

In München:

Prof. Dr. Harz, Prof. Dr. Muthmann, Prof. Dr. v. Soxhlet, Prof. Dr. Stoss.

In Jena:

Prof. Dr. Edler, Prof. Dr. Immendorff, Geh. Hofrat Prof. Dr. Linck, Prof. Dr. Stahl.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle allen meinen verehrten Lehrern den wärmsten Dank auszusprechen.

Digitized by Google

Digitized by Google

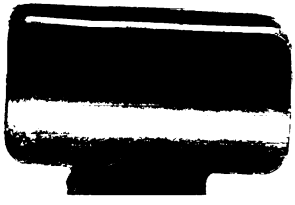
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

YB 16447



Digitized by Google

Digitized by Google